PVPM 2540C
6020C
1000C
1000C40

Peakleistungs- und Kennlinien-Messgerät für PV-Module und -Generatoren

Benutzerhandbuch

© 07 / 2009

PV-Engineering GmbH
Augustastraße 24
58644 Iserlohn
Tel. 02371 1595347
Fax. 02371 1595348
eMail service@pv-engineering.de

Inhalt

Inhalt....1
Lizenzvereinbarungen....5
1 Einführung....6
2 Sicherheitshinweise....8
3 Warnhinweise....9
4 Bedienung des PVPM....11
4.1 Allgemeine Hinweise....11
4.2 Anschluss der Peripheriegeräte....12
4.3 Stromversorgung....13
4.4 Anschluss an den PC....13
4.5 Anschluss des Solargenerators....14
4.6 Messwertgeber Temperatur und Strahlung....14
4.7 Einschalten....15
4.8 Tasten....16
4.8.1 Test....16
4.8.2 ESC....16
4.8.3 HOME....16
4.8.4 ENTER....16
4.8.5 Pfeiltasten....16
4.9 Messung....16
4.10 Menüaufbau....17
4.10.1 Menü „Neue Messung“....17
4.10.1.1 Einzel-Messung....17
4.10.1.2 Obj.-Index....17
4.10.2 Menü „Gesp. Messung“....17
4.10.3 Menü „Transfer“....18
4.10.4 Menü „Service“....18
4.10.4.1 Sensor wählen....18
4.10.4.2 Version zeigen....18
4.10.4.3 Objektzähler Reset....18
4.10.4.4 Uhr stellen....18
4.11 Meldungen....19
5 PVPM Schutzschalter 1000V / 25A....21

6 Einflüsse auf die Messgenauigkeit 22
7 Installation der Transfersoftware PVPM.disp 24
8 Bedienung der Transfersoftware PVPM.disp 26
8.1 Hauptmenü Datei 27
8.1.1 Öffnen 27
8.1.2 Speichern als 27
8.1.3 Browse 28
8.1.4 Export 28
8.1.5 Drucken 28
8.1.6 Druckereinrichtung 29
8.1.7 Beenden 29
8.2 Bearbeiten 30
8.2.1 Ausschneiden 30
8.2.2 Kopieren 30
8.2.3 Einfügen 30
8.3 Extras 30
8.3.1 Messung auf PVPM starten / Button „Messen“ 30
8.3.2 Dateien auf PVPM verwalten 31
8.3.3 Datum/Uhrzeit auf PVPM übertragen 31
8.3.4 PVPM Sensordatenbank bearbeiten 32
8.3.5 Serieninnenwiderstand Rs berechnen 32
8.3.6 Dauermessung 33
8.3.7 Einstellungen 33
8.3.7.1 Serielle Schnittstelle wählen 33
8.3.7.2 Arbeitsverzeichnis einstellen 33
8.3.7.3 Dialogsprache wechseln 34
8.3.8 Temperatur-Verschiebung einstellen 34
8.3.9 Firmware-Update 34
8.4 Grafik 34
8.4.1.1 Stecken Ein/Aus (Button „Zoom y“) 36
8.4.1.2 MPP Ein/Aus (Button „MPP zeigen“) 36
8.4.1.3 Theoretische Kurve anzeigen Ein/Aus (Button „Eff. Kennl.“) 36
8.4.1.4 STC-Kennlinie anzeigen Ein/Aus (Button „STC-Kennl.“) 36
8.4.1.5 Leistung anzeigen Ein/Aus (Button Leistung) 36
8.4.1.6 Legende Ein/Aus (Button „Legende“) 36
8.4.1.7 Strecken Ein/Aus (Button „Zoom max“) 36
8.4.1.8 In Zwischenablage (Button „Zw-Abl“, Haupt-Buttonleiste) 36
8.5 Ergebnisse / Liste 37

8.6 Hilfe (noch nicht implementiert)..... 38
8.6.1 Inhalt..... 38
8.6.2 Suchen..... 38
8.6.3 Hilfe benutzen..... 38
8.6.4 Info..... 38
9 Hardwareinformationen..... 39
9.1 Messeinheit:..... 39
9.2 Rechnereinheit:..... 40
9.3 Anzeige:..... 40
9.4 Bedienung:..... 40
9.5 Spannungsversorgung:..... 40
9.6 Abmessungen 40
9.7 Betriebsbedingungen:..... 40
9.8 Optional lieferbar: 41
10 Liste der Formelzeichen..... 42
11 Ursachen für Minder-Leistung und -Ertrag..... 43
12 Beispiel-Kennlinien..... 45
13 Glossar..... 48
13.1 Azimutwinkel (ß) und Neigungswinkel (α)..... 48
13.2 Dachneigung..... 48
13.3 DC..... 49
13.4 Degradationsverhalten..... 49
13.5 direkte Strahlung / diffuse Strahlung..... 49
13.6 Einspeisevergütung..... 49
13.7 Generator..... 50
13.8 Globalstrahlung..... 50
13.9 Kurzschluss-Strom bei Solarzellen:..... 50
13.10 Mismatching..... 50
13.11 MPP..... 50
13.12 Nachführung..... 50
13.13 Peakleistung..... 51
13.14 Performance Ratio..... 51
13.15 Phox-Sensor..... 51
13.16 Serieninnenwiderstand Rs..... 52

13.17 Solarkonstante..... 52
13.18 Sonneneinstrahlung..... 52
13.19 Standard-Test-Bedingungen..... 53
13.20 Strom-Spannungs-Kennlinie.....53
13.21 Vier-Leiter-Messung (Kelvin-Messung)..... 54
13.22 Wirkungsgrad..... 54
14 Anhang A..... 55
14.1 Anzeigeleuchten auf der Frontplatte:..... 55
14.2 Lautsprechersignale:.....55
15 Konformitätserklärungen.....57

Lizenzvereinbarungen

Nachfolgend sind die Bedingungen für die Nutzung von PV-Engineering-Software durch den Endanwender, im folgenden genannt "Lizenznehmer", aufgeführt.

Gegenstand der Vereinbarung ist das auf Datenträger aufgezeichnete Computerprogramm, die Programmbeschreibung und Bedienungsanleitung, sowie sonstiges zugehöriges schriftliches Material, im folgenden genannt "Software".

Wir machen darauf aufmerksam, daß es nach dem Stand der Technik nicht möglich ist, Computersoftware so zu erstellen, das sie in allen Anwendungen und Kombinationen fehlerfrei arbeitet. Gegenstand der Lizenzvereinbarung ist daher nur eine Software, die im Sinne der Programmbeschreibung und Benutzungsanleitung grundsätzlich brauchbar ist.

PV-Engineering GmbH gewährt Ihnen für die Dauer dieses Vertrages das einfache nicht ausschließliche und persönliche Recht (im folgenden "Lizenz" genannt), die beiliegende Kopie der PV-Engineering-Software auf einem einzelnen Computer (d.h. mit nur einer einzigen Zentraleinheit (CPU), und nur an einem Ort zu benutzen. Ist dieser einzelne Computer ein Mehrbenutzersystem, so gilt dieses Benutzungsrecht für alle Benutzer dieses einen Systems.

Als Lizenznehmer dürfen Sie Software in körperlicher Form (d.h. auf einem Datenträger gespeichert) von einem Computer auf einen anderen Computer übertragen, vorausgesetzt, daß sie zu irgendeinem Zeitpunkt auf immer nur einem einzelnen Computer genutzt wird.

Eine weitergehende Nutzung ist nicht zulässig.

Dem Lizenznehmer ist untersagt,

a) ohne vorherige schriftliche Einwilligung von PV-Engineering GmbH die Software oder das zugehörige schriftliche Material an Dritte zu übergeben oder einem Dritten sonstwie zugängliche zu machen,

b) die Software von einem Computer über ein Netz oder einen Datenübertragungskanal auf einen anderen Computer zu übertragen,

c) ohne vorherige schriftliche Einwilligung von PV-Engineering GmbH die Software abzuändern, zu übersetzen, zurückzuentwickeln, zu entcompilieren oder zu entassemblieren,

d) von der Software abgeleitete Werke zu erstellen oder das schriftliche Material zu vervielfältigen,

e) es zu übersetzen oder abzuändern oder vom schriftlichen Material abgeleitete Werke zu erstellen.

Der Lizenznehmer erhält mit dem Erwerb des Produktes nur Eigentum an dem körperlichen Datenträger, auf dem die Software aufgezeichnet ist. Ein Erwerb von Rechten an der Software selbst ist damit nicht verbunden. PV-Engineering GmbH behält sich insbesondere alle Veröffentlichungs-, Vervielfältigungs-, Bearbeitungs- und Verwertungsrechte an der Software vor.

Die Software und das zugehörige Schriftmaterial sind urheberrechtlich geschützt. Soweit die Software nicht mit einem Kopierschutz versehen ist, ist Ihnen das anfertigen einer einzigen Reservekopie zu Sicherungszwecken erlaubt. Sie sind verpflichtet, auf der Reservekopie den Urheberrechtsvermerk von PV-Engineering anzubringen bzw. ihn darin aufzunehmen. Ein in der Software vorhandener Urheberrechtsvermerk sowie in ihr aufgenommene Registrierungsnummern dürfen nicht entfernt werden. Es ist ausdrücklich verboten, die Software wie auch das schriftliche Material ganz oder teilweise in urprünglicher oder abgeänderter Form oder in mit anderer Software zusammengemischter oder in andere Software eingeschlossener Form zu kopieren oder anders zu vervielfältigen.

Das Recht zur Benutzung kann nur mit vorheriger schriftlicher Einwilligung von PV-Engineering und nur unter den Bedingungen dieses Vertrages an einen Dritten übertragen werden. Verschenken, Vermieten und Verleih der Software sind ausdrücklich untersagt.

Der Lizenzvereinbarung läuft auf unbestimmte Zeit. Das Recht des Lizenznehmers an der Benutzung der Software erlischt automatisch ohne Kündigung, wenn er eine Bedingung dieser Vereinbarung verletzt. Bei Beendigung des Nutzungsrechtes ist er verpflichtet, die Originaldatenträger wie alle Kopien der Software einschließlich etwaiger abgeänderter Exemplare sowie das schriftliche Material zu vernichten.

PV-Engineering macht darauf aufmerksam, daß der Lizenznehmer für alle Schäden aufgrund von Urheberrechtsverletzungen haftet, die PV-Engineering aus einer Verletzung dieser Vertragsbedingungen durch ihn entsteht.

PV-Engineering ist berechtigt, Aktualisierung der Software nach eigenem Ermessen zu erstellen.

PV-Engineering ist nicht verpflichtet, Aktualisierungen der Software dem Lizenznehmer automatisch zu Verfügung zu stellen.

Gewährleistung:

a) PV-Engineering gewährleistet gegenüber dem ursprünglichen Lizenznehmer, daß zum Zeitpunkt der Übergabe der Datenträger, auf dem die Software aufgezeichnet ist, und die mit der Software zusammen ausgelieferte Hardware unter normalen Betriebsbedingungen und bei normaler Instandhaltung in Materialausführung fehlerfrei sind.

b) Sollte der Datenträger oder die damit ausgelieferte Hardware fehlerhaft sein, so kann der Erwerber Ersatzlieferung während der Gewährleistungszeit von 6 Monaten ab Lieferung verlangen. Er muß dazu den Datenträger, die eventuell mit Ihr ausgelieferte Hardware einschließlich der Reservekopie und des schriftlichen Materials und einer Kopie der Rechnung/Quittung an PV-Engineering zurückgeben.

c) Wird ein wie unter b) genannter Fehler nicht innerhalb angemessener Frist durch eine Ersatzlieferung behoben, so kann der Erwerber nach seiner Wahl Minderung des Kaufpreises oder Rückgängigmachung des Kaufs verlangen.

d) PV-Engineering übernimmt keine Haftung für die Fehlerfreiheit der Software. Insbesondere übernimmt PV-Engineering keine Gewähr dafür, daß die Software den Anforderungen und Zwecken des Erwerbers genügt oder mit anderen von ihm ausgewählten Programmen zusammenarbeitet. Die Verantwortung für die richtige Auswahl und die Folgen der Benutzung der Software sowie der damit beabsichtigten oder erzielten Ergebnisse trägt der Erwerber. Das gleiche gilt für das die Software begleitende schriftliche Material. Ist die Software nicht im Sinne der Programmbeschreibung und Bedienungsanleitung grundsätzlich brauchbar, so hat der Erwerber das Recht, den Kauf rückgängig zu machen. Das gleiche Recht hat PV-Engineering, wenn die Herstellung der vorgenannten Brauchbarkeit mit angemessenem Aufwand nicht möglich ist.

e) PV-Engineering haftet nicht für Schäden, es sei denn, daß ein Schaden durch Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit seitens PV-Engineering verursacht worden ist. Gegenüber Kaufleuten wird auch die Haftung für grobe Fahrlässigkeit ausgeschlossen. Eine Haftung wegen eventuell von PV-Engineering zugesicherten Eigenschaften bleibt unberührt. Eine Haftung für Mangelfolgeschäden, die nicht von der Zusicherung umfaßt sind, ist ausgeschlossen.

Warenzeichen: MS-DOS, MS-Windows sind Warenzeichen von Microsoft Corporation

Iserlohn, 11.08.2006

1 Einführung

Die Geräte der Serie PVPM ermöglichen die Messung der I U Kennlinie von Photovoltaik-Modulen sowie Strings. Durch ein neues Verfahren kann das Gerät daraus direkt am Aufstellungsort der PV-Anlage die Peakleistung, den R_s und den R_p errechnen und auf dem eingebauten Grafikdisplay anzeigen.
Die Peakleistung ist die Leistung eines Moduls bei Standard-Testbedingungen (STC) [1]. Bisher war die sehr aufwändige Messung der Peakleistung nur in speziell eingerichteten Labors möglich. Durch ein patentiertes Verfahren, das von Prof. Dr. Wagner an der Fachhochschule Dortmund entwickelt wurde, ist diese Messung mit dem PVPM nun sehr einfach durchführbar. So kann die Qualitätskontrolle einer PV-Anlage schnell und wirtschaftlich ohne große Einarbeitungszeit durchgeführt werden. Dabei dient diese einfache und aussagekräftige Prüfung in der Praxis der Sicherheit des Kunden und auch der des Installateurs. Die gewonnenen Kennlinien lassen darüber hinaus weitere Aufschlüsse über die elektrischen Eigenschaften des vermessenen Moduls oder Strings zu. Deshalb eignet sich das PVPM ebenfalls als Instrument in der Forschung und Entwicklung.

Das PVPM ist ein mobiles Messgerät mit eingebauter Akku-Stromversorgung und integriertem Ladegerät in einem robusten Metallgehäuse. Das Gerät ist mit einem eigenen Miniatur-Industrie-PC und einem kontrastreichen LCD-Grafikdisplay ausgerüstet und somit unabhängig von Zusatzgeräten einsetzbar. Bei Bedarf kann aber ein PC zur Datenübernahme und weiteren Analyse der Messwerte über eine Standard-Schnittstelle angeschlossen werden.
Das PVPM wird komfortabel über wenige Tasten und ein Bildschirmmenü bedient. Die Funktionen sind selbsterklärend bezeichnet und der Benutzer wird jederzeit vom Programm geführt. Eine Einarbeitung in die Gerätebedienung ist kaum erforderlich.
An das Gerät können alle handelsüblichen Einstrahlungssensoren angeschlossen werden, die aus einem geeigneten Zellmaterial aufgebaut sind und einen Spannung von 0 bis 150mV erzeugen, welche linear abhängig von der Einstrahlung ist (Phox-Sensor).
Ebenfalls kann an den Temperatureingang ein beliebiger Pt1000-Sensor angeschlossen werden. Dies erlaubt z.B. eine direkte Messung der

Modultemperatur durch einen auf der Modulrückseite montierten Temperatursensor.

Beschreibung der Messung

Das PVPM misst selbsttätig die Strom-Spannungs-Kennlinie des Generators an einer kapazitiven Last sowie die aktuelle Temperatur und Einstrahlung zum Zeitpunkt der Messung und berechnet aus den gewonnen Daten die effektive Solarzellen-Kennlinie, Ppk und Rs [2][3]. Die Messdaten werden nach der Messung automatisch in einem batteriegepufferten Speicher abgelegt und sind so auch später (z.B. im Büro) wieder abrufbar [4]. Das Gerät kann intern die Daten von mindestens 100 Messungen speichern.

Als Ergebnis werden folgende Werte angezeigt:

- Absolute Werte:
  - Peakleistung PPk
  - Serieninnenwiederstand Rs
  - Parallelinnenwiderstand Rp
- Momentanwerte:
  - Upmax, Ipmax, Pmax,
  - Uoc, Isc, FF, Tmod, Eeff

Auch die ermittelte I-U-Kennlinie wird auf Wunsch direkt auf dem eingebauten Grafikdisplay angezeigt.

[1] Standard-Testbedingungen STC (IEC60904-3): Einstrahlung 1000W/m2, Spektrum AM=1,5 sowie Modultemperatur 25°C.

[2] Wagner A.: Peak-Leistung- und Serien-Innenwiderstand-Messung unter natürlichen Umgebungsbedingungen. - EuroSun Kopenhagen 2000.

[3] Bendel C., Wagner A.: Photovoltaic Measurement relevant to the Energy Yield. - WCPEC3 Osaka 2003

[4] Schulte K.M., Wagner A.: Die effektive Solarzellenkennlinie. - Anwendung Teillast-Berechnung. Staffelstein. 2002.

2 Sicherheitshinweise

Lesen Sie vor der ersten Inbetriebnahme des Messgerätes auf jeden Fall die vorliegende Bedienungsanleitung vollständig durch, da sie wichtige Hinweise enthält um Schaden am Messgerät und an Personen zu vermeiden! Bewahren Sie dieses Handbuch zusammen mit dem PVPM auf.

Hinweise, die Sicherheitsbelange betreffen, sind durch eine Umrahmung kenntlich gemacht und besonders zu beachten. Schäden, die durch Nichtbeachtung der Hinweise entstehen sind von der Garantie ausgeschlossen. Für Folgeschäden wird keine Haftung übernommen.

Das Programm *PVPM.disp* erfordert einen PC mit Festplatte und MS Windows® 9x oder NT® sowie eine Maus zur Steuerung. Zum Anschluss des PVPM an den PC ist eine freie RS-232-Schnittstelle erforderlich. Bitte achten Sie darauf, das beim Betrieb dieser Schnittstelle keine Interruptkonflikte mit anderen Schnittstellen bestehen.

Der freie Platz auf der Festplatte sollte für das Programm *PVPM.disp* vor der Installation etwa 2 MB betragen. Sorgen Sie bitte auch später immer dafür, dass für die Speicherung von Daten ausreichend freier Platz auf der Festplatte vorhanden ist.

Das Programm legt wichtige Parameter in der Datei *PVPMdisp.ini* ab. Bitte bearbeiten Sie diese Datei nicht manuell, da sonst die Funktionsfähigkeit des Programms gefährdet ist.

Achtung: Wir möchten darauf hinweisen, dass es im Sinne der Datensicherheit sehr wichtig ist, den Datenbestand des Programms regelmäßig auf andere Datenträger zu sichern, um im Falle eines Schadens an den Daten oder dem Datenträger ohne wesentliche Datenverluste weiterarbeiten zu können. Ein solcher Schaden ist auch beim derzeitigen Stand der Technik nicht ausgeschlossen. Bitte restaurieren Sie im Schadenfall nicht einzelne Dateien des Programms, sondern immer die gesamte Datensicherung, da es sonst zu Inkonsistenzen innerhalb der Programmfunktionen kommen kann, die wiederum zu Datenverlust führen können! Im Zweifelsfall kontaktieren Sie in einem solchen Fall den Lieferanten oder den Hersteller.

3 Warnhinweise

DIE NICHTBEACHTUNG DER FOLGENDEN INFORMATIONEN KANN SCHWERE VERLETZUNGEN UND TODESGEFAHR ZUR FOLGE HABEN!

Dieses Gerät darf niemals in der Nähe entflammbarer Gase verwendet werden.

Kinder und Kleinkinder von der Messeinrichtung fernhalten!

Das Messgerät darf nicht an Orten mit starker Staubeinwirkung oder hoher Luftfeuchtigkeit benutzt werden. Es darf keine Flüssigkeit in das Innere des Messgerätes gelangen.

Bei Auftreten ungewöhnlicher Geräusche, Geruchs- oder Rauchentwicklung das Gerät sofort ausschalten und mit dem Lasttrennschalter von der Stromquelle trennen.

Weisen die stromführenden Kabel des Messgerätes Schäden auf, müssen diese sofort ersetzt werden. Eine Reparatur der Kabel ist nicht zulässig.

An den Leistungs-Messeingang des PVPM darf nur eine begrenzte Gleichstromquelle (Photovoltaik-Generator) mit maximal 20A (40A bei PVPM2540C) angeschlossen werden! Der Anschluss anderer Quellen kann zur Zerstörung des Gerätes führen!

Die Kabelverbindungen zum PV-Generator dürfen nur von Elektro-Fachkräften hergestellt werden! Die Messung soll aus Sicherheitsgründen von einer ausgebildeten Fachkraft begleitet werden! Zusätzliche Qualifikationen und Gesetze (z.B. VDE 0100) müssen eingehalten werden, da sonst aufgrund der hohen Ströme und Spannungen Lebensgefahr besteht!

Die zum Lieferumfang des PVPM gehörenden Geräte (PVPM-Basisgerät, Einstrahlungs-Sensor) dürfen nur von autorisierten, qualifizierten Personen geöffnet und instandgesetzt werden. Vor jedem Eingriff in die Geräte müssen alle Kabelverbindungen, die gefährliche Spannungen oder Ströme führen können, getrennt werden.

Der Solargenerator kann unter Umständen sehr hohe Ströme und Spannungen erzeugen, die bei unsachgemäßer Handhabung zu erheblichen Verletzungen führen können! Es sind die entsprechenden Sicherheitsvorschriften (VDE) einzuhalten.

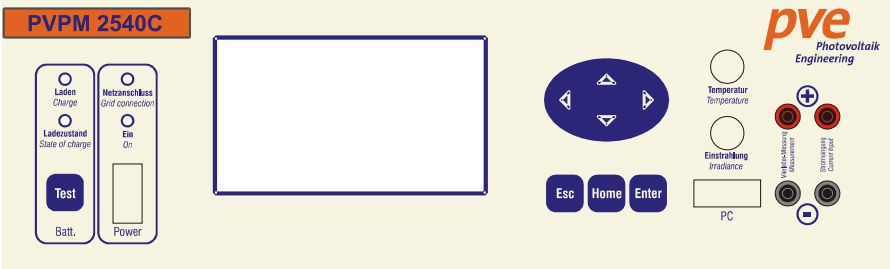
Beachten Sie auch die geltenden Sicherheitsvorschriften für Arbeiten auf dem Dach!

!! SEHR WICHTIG !!

Niemals die Kabelverbindung vom Solargenerator zum PVPM Stecken oder Lösen, ohne den Generator vorher freizuschalten! Ein in die Messleitung eingefügter allpoliger Sicherheitsschalter (siehe Kapitel 5) erlaubt die Freischaltung und den gefahrlosen Anschluss der Messkabel an das PVPM.

Während der Messung und im Falle falscher Polung der Messkabel wird der Generator im PVPM kurzgeschlossen und es kann sich beim Lösen der Steckverbindung an der Trennstelle von Stecker/Buchse ein Lichtbogen ausbilden, der schwere Schäden an Gesundheit und Material verursachen kann! Erst nach dem Freischalten des Solargenerators ist das Lösen der Verbindungen am PVPM wieder gefahrlos möglich.

4 Bedienung des PVPM



4.1 Allgemeine Hinweise

Das PVPM kann, wie nahezu alle elektronischen Messgeräte, nur in einem begrenzten Temperaturbereich arbeiten (s. Anhang). Deshalb ist es wichtig, das Sie das PVPM nicht über längere Zeit direkter Sonneneinstrahlung aussetzen. Stellen Sie das PVPM möglichst an einem schattigen Ort auf oder schützen Sie es bei längeren Einsätzen z.B. durch einen Schirm vor der direkten Sonneneinstrahlung.

Das PVPM ist in der Standardbauform nicht für den Einbau in andere Geräte oder Halterungen vorgesehen. Es ist wichtig, das die Luft um das PVPM bei Betrieb frei zirkulieren kann, um eine ausreichende Wärmeabfuhr zu gewährleisten! Zur reinen Lagerung (ohne Betrieb - also auch keine Ladung der Batterie - wenn also im Gerät keine Wärme erzeugt wird) darf das Gerät gestapelt werden.

Während der Messung darf auf keinen Fall eine Steckverbindung gelöst werden! Durch die z.T. erheblichen Gleichspannungen / –ströme kann sich sonst an der Kontaktstelle ein Lichtbogen ausbilden, der einen Brand auslösen und erhebliche körperliche Verletzungen hervorrufen kann! (siehe Kapitel 2)

Die Folienfrontplatte des PVPM ist zwar robust. Um lange Freude an dem Gerät zu haben sollten Sie sie aber dennoch pfleglich behandeln.
Um Schäden an der Frontplatte zu vermeiden, beachten Sie bitte die folgenden Empfehlungen:

- Berühren Sie die Frontplatte nicht mit scharfen oder spitzen Gegenständen. Neben der Entstehung von Kratzern kann dies an den

Stellen, an denen sich z.B. Taster hinter der Folie befinden, zur Zerstörung der Folie führen.

- Reinigen Sie die Frontplatte nur mit einem weichen, feuchten Tuch. Benutzen Sie keine Kunststoffschwämme oder kratzende Reinigungsmittel, da hierdurch die vor dem LCD-Monitor montierte Plexiglasplatte verkratzt, was wiederum Einfluss auf die Darstellungsqualität hat.

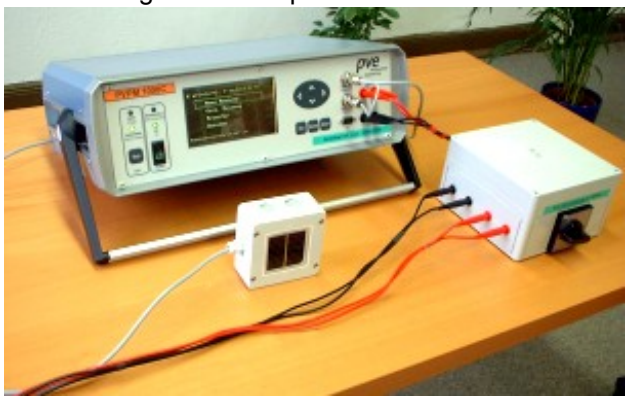
Das Gerätegehäuse ist nicht wasserdicht. Setzen Sie das Gerät deshalb nicht direkter Einwirkung von Wasser aus. Lassen Sie das Gerät nicht im Regen stehen.

Um eine gute Messgenauigkeit zu erreichen, sollte die Sonnen-Einstrahlung zum Zeitpunkt der Messung möglichst mindestens 500W/m2 betragen. Kennlinien-Messungen sind auch darunter möglich, aber die Ergebnisse für Peakleistung und Serieninnenwiderstand werden weniger genau.

Für eine Rs-Bestimmung aus zwei Kennlinien müssen die beiden erforderlichen Kennlinien bei unterschiedlichen Einstrahlungen gemessen werden. Der Unterschied der Einstrahlungen bei der ersten und der zweiten Messung sollte möglichst größer als 10% sein.

4.2 Anschluss der Peripheriegeräte

Der Messaufbau setzt sich aus den folgenden Komponenten zusammen:



- Peakleistungsmessgerät (Messung der I-U-Kennlinie, Anzeige Ppk, Rs etc.)
- Phox-Sensor mit Temperatursonde
- externer Sicherheits-Trennschalter 1000V/20A (siehe Kap. 5) (nicht bei PVPM2540C)
- Optional: Auswerte- und Steuer-PC (Koordination aller Steuer- und Messvorgänge)

Das PVPM ist mit folgenden Ein-/Ausgängen ausgerüstet (die Schnittstellen sind, bis auf die Netzverbindung, an der Vorderseite zu finden und beschriftet):

Schnittstelle	Funktion
NETZ	Rückwärtig, Anschluss des Ladegerätes an das 230V-Netz
Temperatur Kombisensor	Anschluss für Temperatursensor
Einstrahlung	Anschluss für Phox-Sensor
Vierleiter-Messung	Mess-Eingang (Spannungsmessung)
Stromeingang	Leistungseingang für (Strommessung)
PC	Verbindung zum Steuer-PC mit ser. Kabel (Kreuzkabel 9-Polig)
(PRN:)	optional: auf der Rückseite des Gerätes

4.3 Stromversorgung

Das PVPM enthält einen Akkumulator, durch den es unabhängig von einer Netzstromversorgung eingesetzt werden kann. Der Akkumulator kann über das integrierte Ladegerät wieder aufgeladen werden. Dazu muss das PVPM über ein Kaltgerätekabel mit dem 230V-Netz verbunden werden. Nach Einschalten der Netzspannung (an der Geräterückseite) wird der Akkumulator bei Bedarf automatisch geladen. Der Ladezustand wird über eine Leuchtdiode an der Gerätefront angezeigt.

4.4 Anschluss an den PC

Das PVPM wird üblicherweise unabhängig von einem PC eingesetzt. Wenn aber eine erweiterte Datenauswertung vorgenommen oder das PVPM extern gesteuert werden soll, kann es mit dem PC verbunden werden: montieren Sie das mitgelieferte serielle PC-PC-Verbindungskabel (LapLinkkabel, SUB-D9B / SUB-D9B) an einer freien seriellen Schnittstelle Ihres PC einerseits und an dem dafür vorgesehenen Ausgang des PVPM (Anschluss „PC“) andererseits.

Achtung: Bevor Sie das PVPM vom PC aus steuern können, müssen Sie auf dem PVPM1000C zuerst den Transfer starten (Menüpunkt

"Transfer" wählen)! Sonst ist keine Verbindung zwischen Steuerprogramm PVPM.disp und PVPM möglich.

4.5 Anschluss des Solargenerators

Wichtig: Der zu vermessende Solargenerator darf während der Messung ausschließlich nur mit dem PVPM verbunden sein. Etwaige Verbraucher, Batterie oder Wechselrichter müssen definitiv abgetrennt sein. Da das PVPM den Solargenerator für einige Sekunden kurzschließt, könnte durch ein parallelgeschaltete Batterie oder durch einen Ladekondensator am Eingang eines Wechselrichters das PVPM Schaden nehmen!

Schließen Sie das Messgerät polrichtig mit den mitgelieferten, ausreichend dimensionierten Verbindungskabeln an den Solargenerator an. Der **Pluspol ist rot**, der **Minuspol ist schwarz** gekennzeichnet! **Stellen Sie sicher, das die Stecker vollständig in die Gehäusebuchsen eingeführt sind!** Benutzen Sie für den Solargenerator die beiden Buchsen rechts im Gehäuse („Stromeingang“). Bei Verpolung wird der Solargenerator durch die eingebauten Freilaufdioden kurzgeschlossen (Strommessung ist dann nicht möglich). Dieser Zustand darf nicht länger als eine Minute aufrecht erhalten werden, um eine Überhitzung des Messverstärkers zu vermeiden!

Wichtig ist, dass die Vierleiter-Mess-Eingänge auf jeden Fall auch angeschlossen werden. Sollte eine Vierleiter-Messung nicht gewünscht werden, verbinden Sie diese Anschlüsse bitte jeweils mit der benachbarten Polklemme gleicher Farbe durch Kurzschlussstecker, Laborkabel o.ä. Ohne den Anschluss der Vierleiter-Mess-Eingänge ist eine Spannungsmessung nicht möglich!

Achtung: Halten Sie in jedem Fall ausreichenden Abstand zu stromführenden Teilen der Kabelverbindung zum Solargenerator, da möglicherweise hohe Spannungen anliegen und Sie u.U. auch ohne direkten Kontakt körperlichen Schaden erleiden können!

4.6 Messwertgeber Temperatur und Strahlung

Bei einer Peakleistungsmessung müssen Sie einen Pt1000-Temperaturgeber und einen Phox Einstrahlungs-Sensor an die dafür vorgesehenen Buchsen des PVPM anschließen (Kombigerät im Lieferumfang). Bei Serien-Innenwiderstands-Messung bzw. bei reiner

Kennlinienmessung sind die beiden Messwertgeber nicht erforderlich. Die Buchsen sind so ausgelegt, das ein Verwechseln der Anschlüsse von Pt1000 und Phox-Sensor nicht möglich ist.

Der kombinierte Phox/Pt1000-Sensor muss möglichst nahe an den zu vermessenden Modulen so montiert werden, dass er die selbe Ausrichtung gegenüber der Sonne hat wie die zu messenden Module (Himmelsrichtung und Aufstellwinkel). Achten Sie auch darauf, dass eventuell in der Nähe befindliche helle Flächen, z.B. Gebäude, den Lichteinfall verfälschen können.

Im einfachsten Fall kann der Sensor mit einer Klemme an dem zu untersuchenden Modul befestigt werden. Achten Sie darauf, das hierdurch keine Schatten auf das zu vermessende Modul fallen darf! Der Sensor sollte nach der Montage mehrere Minuten Zeit haben, um sich an die Umgebungsbedingungen anzupassen, die Messzelle muss in etwa die Temperatur des untersuchten Moduls erreichen. Erst jetzt sollte eine Messung mit dem PVPM durchgeführt werden (s. auch Kap. 6).

4.7 Einschalten

Schalten Sie das PVPM über den auf der Frontplatte angebrachten Schalter „Power“ ein. Die Kontrollleuchte „EIN“ zeigt Ihnen das Vorhandensein der Versorgungsspannung (i.d.R. vom Akkumulator) an. Das PVPM führt nun einige Selbsttests durch und benötigt etwa 10-15 Sekunden bis zur Betriebsbereitschaft. Das Gerät ist bereit, wenn das Hauptmenü auf dem LCD-Bildschirm erscheint.

Anzeigeleuchten auf der Frontplatte:

Laden	Leuchtet, wenn der Akku geladen wird	
Ladezustand (3-Farb-LED)	Rot: Akku entladen (Akku sofort laden!)	der Betrieb ist nicht möglich!
	Grün: Akku betriebsbereit	der Betrieb ist möglich
	Gelb: Akku vollgeladen *)	der Betrieb ist möglich
Netzanschluss	Leuchtet, wenn der Netzanschluss (230V) angeschlossen und eingeschaltet ist	
Ein	Leuchtet, wenn das Messgerät in Betrieb ist (die endgültige Betriebsbereitschaft wird auf dem LCD-Display angezeigt)	

*) Bei ständigem Wechsel zwischen grüner und gelber Anzeige wird die Batterie im Ladungserhaltungsmodus geladen. Dieser Ladevorgang kann etwa 1-3 Stunden

beibehalten werden. Ein längerer Ladebetrieb in diesem Modus ist nicht zu empfehlen, da die Batterie sonst Schaden nehmen kann.

Das PVPM signalisiert durch Lautsprechersignale verschiedene Systemfunktionen und –Fehler. Eine Liste der einzelnen Signale finden Sie im Anhang.

Nachdem das Gerät Ihnen die Betriebsbereitschaft signalisiert hat, können Sie eine Kennlinienmessung durchführen.

4.8 Tasten

4.8.1 Test

Die Test-Taste dient dazu, den Ladezustand des Akkumulators bei ausgeschaltetem Gerät mit der Ladezustands-LED (s.o.) anzeigen zu lassen. Dies sollte regelmäßig gemacht werden, um ein Tiefentladen und damit eine Beschädigung des Akkumulators durch die unvermeidliche Selbstentladung zu verhindern. Laden Sie das PVPM bei längerem Nichtgebrauch regelmäßig mindestens einmal pro Monat vollständig auf.

4.8.2 ESC

Die Escape-Taste bewirkt in Menüs den Rücksprung in das nächsthöhere Menü

4.8.3 HOME

Die Home-Taste bewirkt in Menüs den Rücksprung in das Hauptmenü

4.8.4 ENTER

Mit der Enter-Taste wird eine Auswahl bestätigt bzw. eine Funktion ausgelöst.

4.8.5 Pfeiltasten

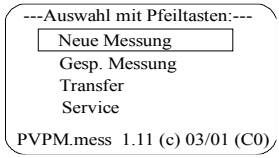
Mit den Pfeiltasten können Sie die Markierung im Menü und in anderen Auswahllisten bewegen

4.9 Messung

Bitte beachten Sie die Sicherheitshinweise in den Kapiteln 2+4 sowie die Faktoren für die Messgenauigkeit in Kapitel 6.

Die Messung wird entweder am PVPM oder vom angeschlossenen Auswerte-PC aus gestartet (s. Kapitel 5). Die Messung soll erst gestartet werden, wenn der Solargenerator sowie die erforderlichen Sensoren angeschlossen sind. Die Messung selbst dauert etwa 2 Sekunden, anschließend wird sofort das Ergebnis berechnet und auf dem PVPM-Display (oder auf dem PC) angezeigt.

4.10 Menüaufbau

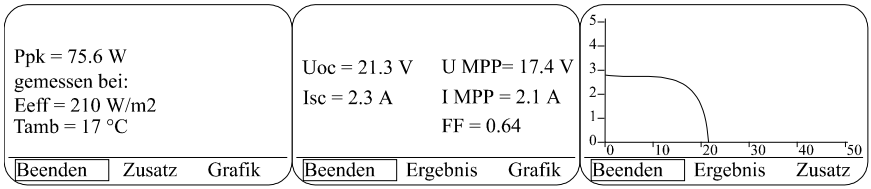


Es gibt im Programmablauf vertikale (s.links) und horizontale Menüs. Die Bedienung ist immer gleich: mit den Pfeiltasten wählen Sie die gewünschte Option, mit „Enter“ bestätigen Sie die Auswahl. Die „Home“-Taste führt aus den Menüs in das Hauptmenü, die „ESC“-Taste in das nächsthöhere Menü.

4.10.1 Menü „Neue Messung“

Führt in das nächste Untermenü

4.10.1.1 Einzel-Messung



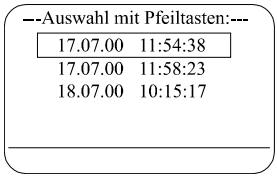
Dieser Programmpunkt löst eine einmalige Messung aus: Die Messung wird automatisch durchgeführt, eventuelle Fehler werden gemeldet und die Ergebnisse wie Peakleistung, der Serieninnenwiderstand Rs und andere einschließlich der I-U-Kennlinie können sofort am Grafikdisplay abgerufen werden.

4.10.1.2 Obj.-Index

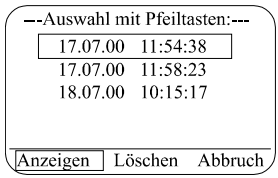
Der Objekt-Index wurde eingeführt, um eine Strukturierung der Daten auf dem PVPM zu ermöglichen. Sie können für jedes Messobjekt eine Kennziffer vergeben, die mit den Daten abgespeichert wird und später die Zuordnung dieser Messung zu diesem Objekt ermöglicht. Der Aufwand für das Mitschreiben von Informationen wird hierdurch verringert.

Der Objekt-Index kann im Menü „Service“ wieder auf 1 zurückgesetzt werden.

4.10.2 Menü „Gesp. Messung“



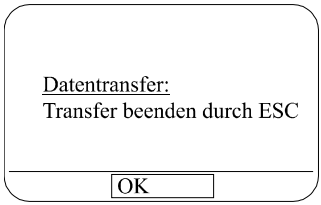
Mit dieser Funktion können Messreihen wieder aufgerufen werden, die zuvor bei einer Messung automatisch gespeichert wurden. Die vorhandenen Messreihen werden in Form ihres Erstellungsdatums aufgelistet. Mit den Pfeiltasten



„Auf“ und „Ab“ kann eine Datei gewählt werden, mit den Pfeiltasten „Links“ und „Rechts“ können ggf. weitere Seiten angezeigt werden. Eine Datei kann mit der Taste „Enter“ ausgewählt werden.

Es erscheint nun eine Menü „Anzeigen“-„Löschen“-„Abbruch“. Mit „Anzeigen“ werden die Messergebnisse noch einmal auf dem Display angezeigt, mit „Löschen“ können Sie diesen Datensatz aus dem PVPM-Speicher entfernen (Vorsicht: dieser Vorgang ist nicht rückgängig zu machen!) oder Sie können die Funktion mit „Abbruch“ verlassen.

4.10.3 Menü „Transfer“



Hiermit wird das PVPM auf die Steuerung durch einen angeschlossenen PC vorbereitet. Diese Funktion kann durch Drücken einer Taste am PVPM beendet werden.

4.10.4 Menü „Service“

Führt in ein Untermenü:

4.10.4.1 Sensor wählen

Hier können Sie einen der Sensoren wählen, der in der Sensordatenbank eingetragen ist.

4.10.4.2 Version zeigen

Hier wird die installierte Firmware-Version des PVPM angezeigt.

4.10.4.3 Objektzähler Reset

Hier wird der Objekt-Index wieder auf 1 zurückgesetzt

4.10.4.4 Uhr stellen

Hier kann ggf. die Uhrzeit der internen Uhr des PVPM gestellt werden. Diese Funktion kann einfacher mit dem Windows-Programm PVPM.disp ausgeführt werden

4.11 Meldungen

'Serieller Fehler' Fehler bei der Datenübertragung von PVPM zu PC

'Keine Messung' Es wurde noch keine Messung auf dem PVPM gespeichert

'Strahlung schwankt (Ref-Zelle)!',
'Strahlung zu gering!',
'Strahlung schwankt (Mod)!' Die Einstrahlung auf die Referenzzelle oder das Modul ist nicht konstant genug (z.B. durch ziehende Wolken), die Messergebnisse können fehlerhaft sein

'nicht verfügbar' Diese Angabe sagt aus, das der Messwert nicht berechnet werden konnte

'Kein Platz für neue Daten!', 'Löschen Sie Daten vom PVPM' Der interne Permanentspeicher des PVPM ist voll. Bevor Sie neue Messungen machen sollten Sie gespeicherte Messungen vom PVPM löschen (s. 4.10.2)

'Fehler beim Schreiben von ' Probleme beim Schreiben einer Messdatenreihe auf den internen Permanentspeicher

'Messung noch nicht möglich' Die Sicherheitswartezeit zwischen zwei Messungen ist noch nicht abgelaufen

'Rs-Berechnung nicht möglich' Die Messdaten erlauben keine Berechnung des Rs

'Messwerte nicht auswertbar' in den Messwerten finden sich Daten, die eine Auswertung der Kennlinie unmöglich machen, z.B. ist die I-U-Kennlinie dann nicht gleichmäßig.

Eingangsspannung zu hoch Schalten Sie den Generator sofort mit dem Lasttrennschalter ab! Das Messgerät kann durch die zu hohe Spannung Schaden nehmen!

Wartung erforderlich Das Gerät ist intern beschädigt und muss durch autorisiertes Servicepersonal geprüft und ggfs. repariert werden.

Falsche Polung!!	Die Leitungen am PVPM sind falsch herum angeschlossen! Schalten Sie den Generator sofort mit dem Lasttrennschalter ab! Das Messgerät schließt in diesem Fall den Genrator kurz und kann Schaden nehmen, wenn dieser Zustand längere Zeit bestehen bleibt!

5 PVPM Schutzschalter 1000V / 25A

Der Schalter dient der Freischaltung des Peakleistungs- und Kennlinienmessgerätes PVPM von der PV-Generatorspannung bei Arbeiten an der Verkabelung und somit der Sicherheit des Benutzers.

Bedienung:

Schalten Sie den Schalter vor dem Anschluss von Kabeln in neutrale Position „0“ (die beiden vorhandenen „0“-Positionen sind gleich).

Die Messkabel aus dem Lieferumfang des PVPM mit den MC-Steckern in die Buchsen des Schalters bis zum Anschlag einstecken, rote Stecker in rote Buchse und schwarze Stecker in schwarze Buchse. Die beiden roten und schwarzen Stecker sind gleichwertig, auf die Anordnung der Stecker innerhalb der Farbe muss nicht geachtet werden. Nun die am Schalter befindlichen Anschlusskabel an das PVPM anschließen, rote Stecker in rote Buchse und schwarze Stecker in schwarze Buchse. Auch hier muss auf die Anordnung der Stecker innerhalb der Farbe nicht geachtet werden.

Um eine Messung machen zu können, muss der Schalter in eine der „1“-Positionen gebracht werden. **Nach der Messung den Schalter wieder in Position „0“ stellen!** Danach kann die Verkabelung am PVPM wieder gefahrlos entfernt werden.

Sicherheitshinweise:

ACHTUNG: Vor Arbeiten an den Anschlusskabeln den Schalter in Position „0“ stellen!

Falls Sie einen Defekt am Schalter, dem Gehäuse oder den Anschluss-Kabeln oder -buchsen feststellen, darf der Sicherheitsschalter auf keinen Fall mehr benutzt werden!

Reparaturarbeiten dürfen nur durch besonders ausgebildete Fachkräfte durchgeführt werden!

Halten Sie den Schalter und die Anschlusskabel fern von Flüssigkeiten, Staub und Schmutz. Reinigen der Oberfläche nur mit einem nebelfeuchten, weichen Tuch.

6 Einflüsse auf die Messgenauigkeit

Stellen Sie absolut sicher, dass das untersuchte Modul nicht (auch nicht geringfügig) abgeschattet wird. Selbst der Schatten z.B. durch Grashalme kann einen messbaren Fehler bewirken! Das selbe gilt ebenfalls für den Referenzsensor.

Je höher die Einstrahlung (auf das Modul), um so genauer wird das Messergebnis. Die Einstrahlung (wird vom Kombisensor ermittelt) auf das Modul sollte nach Möglichkeit größer als 500 W/m^2 sein.

Der Phox/Pt1000-Kombisensor misst die Zelltemperatur auf der Rückseite der Referenzzelle. Das PVPM geht davon aus, dass die Temperatur von Referenzzelle und zu untersuchendem Modul in etwa gleich sind. Dies ist mit guter Genauigkeit der Fall, wenn die Referenzzelle und das PV-Modul lang genug der gleichen Einstrahlung ausgesetzt waren. Dazu sollten Modul und Zelle vor einer Messung mehr als 5 Minuten gleich ausgerichtet der Sonne ausgesetzt werden.

Die Ausrichtung des zu messenden Moduls gegenüber der Sonne ist grundsätzlich nicht relevant. Wichtig ist nur eine ausreichende Einstrahlung auf die Modulfläche und die genaue Ausrichtung der Messzelle: diese muss genau mit der Ausrichtung des Moduls übereinstimmen. Im einfachsten Fall klemmen Sie den Kombisensor einfach an das zu untersuchende Modul, der Kombisensor darf sich aber durchaus auch in einiger Entfernung vom Modul befinden, wenn Sie sicherstellen können, das die Ausrichtung zu Sonne wirklich identisch ist.

Achten Sie darauf, das die Kühlöffnungen des Referenzsensors nicht verdeckt werden. Dies könnte zu einer zu hohen Zelltemperatur führen und die Messung verfälschen.

Achtung: bereits wenige Grad Abweichung in der Ausrichtung der Messzelle gegenüber dem PV-Modul können erhebliche Fehler in den Messergebnissen hervorrufen!

Die höchste Genauigkeit der Messung kann erreicht werden, wenn mehrere Messungen (z.B. 5) am selben Objekt durchgeführt und die Ergebnisse dann statistisch ausgewertet werden.

Im folgenden sind noch einmal die Parameter aufgeführt, die für die Genauigkeit der Messungen ausschlaggebend sind:

Genauigkeit der Peakleistungsberechnungen aus I-U-Kennlinienmessungen an photovoltaischen Generatoren mit Messgeräten des Typs PVPM

Unter den folgenden Randbedingungen haben die Peakleistungsangaben des PVPM eine Genauigkeit von ±5% bezogen auf den tatsächlichen Peakleistungswert des Prüflings:

- Der Prüfling besteht aus mono- oder polykristallinen Silizium-Zellen.
- Der Prüfling ist nicht (auch nicht geringfügig) abgeschattet.
- Der Einstrahlungs-Referenzsensor ist nicht (auch nicht geringfügig) abgeschattet.
- Der Einstrahlungs-Referenzsensor muss im wesentlichen die gleiche spektrale Empfindlichkeit wie der Prüfling haben.
- Die Messung wird unter natürlichem Sonnenlicht durchgeführt.
- Die Sonne soll entsprechend IEC60904 innerhalb ±10° senkrecht zur aktiven Fläche des Prüflings stehen.
- Die Einstrahlung beträgt entsprechend IEC60904 mindestens 800W/m2. Basierend auf eigenen Vergleichsmessungen halten wir eine Einstrahlung von 600W/m^2 für ausreichend.
- Die Messung der Einstrahlung muss unmittelbar vor oder nach der I-U-Kennlinie erfolgen, der zeitliche Abstand von Kennlinienmessung und Einstrahlungsmessung muss weniger als 10ms betragen.
- Der Messwert des Einstrahlungs-Referenzsensors ist mit der gemessenen Zelltemperatur zu korrigieren.
- Die Messung der Zelltemperatur muss unmittelbar vor/nach der Kennlinienmessung innerhalb von 1 Sekunde mit einer Genauigkeit von 1K erfolgen.
- Die aktive Fläche des Prüflings muss innerhalb ±5% mit der Fläche des Einstrahlungs-Referenzsensors in einer Ebene liegen.
- Die Einstrahlung muss vor der I-U-Kennlinienmessung für mindestens 10 Sekunden konstant genug (±10W/m^2) sein, um Fehlinterpretation der Prüflings- und Referenzzellen-Temperatur vermeiden zu können.
- Die Einstrahlung darf während der I-U-Kennlinienmessung um nicht mehr als 10W/m^2 schwanken (PVPM warnt in diesem Fall).
- Die Temperatur von Prüfling und Einstrahlungs-Referenzsensor muss sich im Gleichgewicht befinden (es darf keine Temperaturänderung mehr angezeigt werden).
- Spannung und Strom des Prüflings wird mit unterschiedlichen Messleitungen gemessen (Vierleitermessung).

Iserlohn, 01.05.2005

7 Installation der Transfersoftware PVPM.disp

PVPM.disp wird auf einer Diskette oder CD-ROM ausgeliefert. Der Datenträger enthält ein Setup-Programm für die einfache Installation auf Ihrem PC. Das Setup-Programm kopiert alle erforderlichen Dateien auf Ihre Festplatte und richtet das Programm ein. Die Installation kann von jeder Person vorgenommen werden, die bereits einige Erfahrung im Umgang mit PCs und der MS-Windows®-Oberfläche hat.

Zur Installation des Programms sind folgende Schritte erforderlich:

1. Legen Sie die Programmdiskette/CD mit dem Setup-Programm (Disk 1) in das entsprechende Laufwerk ein.
2. Wählen Sie unter START die Option "Ausführen"
3. In der erscheinenden Eingabezeile geben Sie unter "Öffnen" ein: "x:SETUP" (vorausgesetzt, x: bezeichnet das Laufwerk mit der Setup-Datei).
4. Drücken Sie jetzt RETURN oder betätigen Sie den OK-Button. Das Setup-Programm wird dann ausgeführt. Folgen Sie bitte den Anweisungen am Bildschirm.
5. Es werden von SETUP alle erforderlichen Dateien auf Ihrer Festplatte eingerichtet sowie eine neue Programmgruppe mit einem Eintrag für das Programm PVPM.disp angelegt.
6. Nach erfolgter Installation starten Sie PVPMdisp.EXE. Das Programm muss jetzt wie nachfolgend beschrieben funktionieren.

Die Bedienung des Programms wird im einzelnen im Kapitel 8 erläutert.

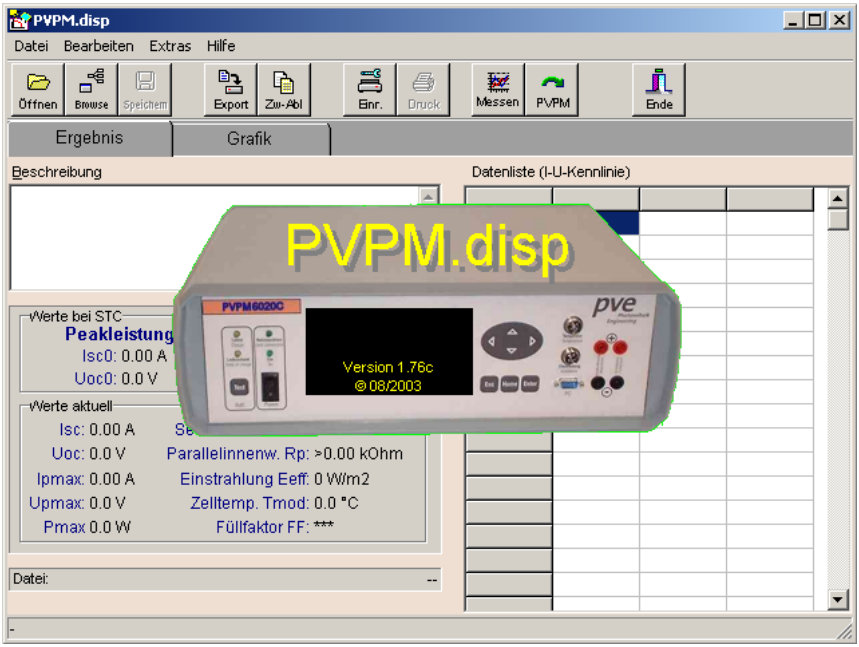
Zum Betrieb des Programms sind folgende Dateien mindestens erforderlich:

PVPMdisp.EXE	Das Steuerprogramm
PVPMdisp.INI	Die Konfigurationsdatei. Diese Datei darf nicht manuell verändert werden!
PVPMdisp.HLP	Hilfedatei (noch nicht vorhanden)

Zusätzlich legt das Programm Dateien mit der Erweiterung .SUI an, welche Messdaten aus einer I-U-Messung enthalten. Wenn diese Messdateien automatisch vom PVPM übertragen wurden, enthält der Dateiname zur Kennzeichnung des Datensatzes das Datum und die Uhrzeit dieser Messung, z.B. enthält die Datei **24-05-01 14_17_04.SUI** Daten einer Messung vom 24. Mai 2001 um 14:17:04 Uhr.

8 Bedienung der Transfersoftware PVPM.disp

Die Installation der Software wurde in Kapitel 7 beschrieben. Nach dem Start des Programms PVPM.disp erscheint folgende Anzeige:

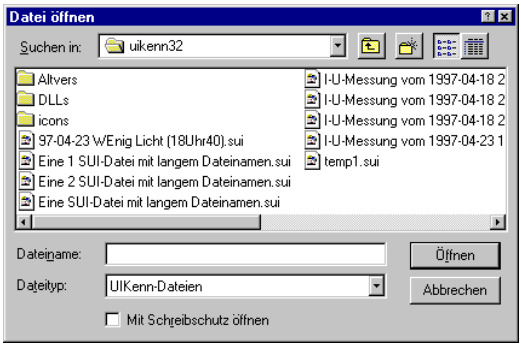


Das oben gezeigte Dokument ist leer, alle Werte sind Null. Sie können nun eine Messung vornehmen oder Messdaten vom PVPM übernehmen, dabei werden die ermittelten Messwerte in diesem Dokument abgelegt und Sie können diese dann weiter auswerten oder in eine Datei speichern. Zur Auswertung stehen Ihnen die Bildschirmseiten „Grafik“ (Liniendiagramm der Messwerte) und „Ergebnisse“ (Rechenergebnisse und Listendarstellung aller Messwerte) sowie die Funktion „Export“ (schreiben einer Datei mit Messwerten in einem anderen als dem vorgegebenen Format).

Buttons, die grau dargestellt werden, sind nicht aktiviert. Sie werden erst verfügbar, wenn tatsächlich Daten vorliegen.

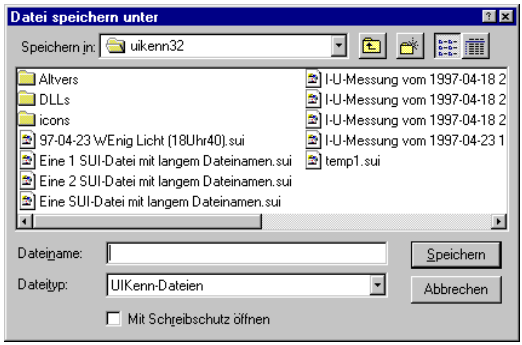
8.1 Hauptmenü Datei

8.1.1 Öffnen



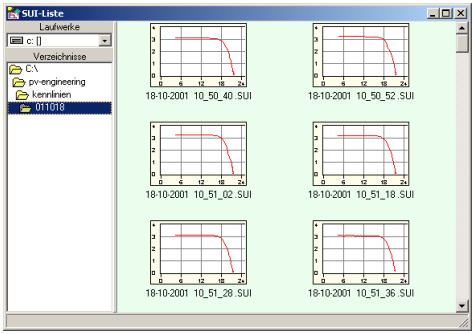
Zuvor erfasste und gespeicherte Kennlinien können Sie mit dem „Öffnen“-Button wieder aufrufen. Durch diese Aktion werden die letzten im Programm verarbeiteten Daten im Hauptspeicher überschrieben. Wenn Sie diese erhalten wollen, müssen Sie sie sichern, bevor Sie ein anderes Dokument laden. Die Dateien haben standardmäßig die Erweiterung ".SUI".

8.1.2 Speichern als...



Durch Anklicken des SICHERN-Buttons kann die aktuelle Kennlinie abgespeichert werden. Klartexteinträge im Feld BESCHREIBUNG werden mit gespeichert. Das Programm unterstützt lange Dateinamen. Die Standard-Erweiterung ist ".SUI".

8.1.3 Browse

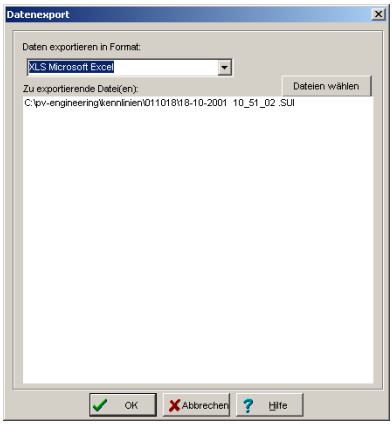


Das Browse-Fenster zeigt Ihnen die verkleinerten Kennlinien der Messdateien im gewählten Verzeichnis. Hierdurch bekommen Sie schnell einen Überblick über die vorhandenen Messungen und können eine auffällige Kennlinie leicht ausfindig machen.

Wenn Sie mit dem Cursor auf eine Grafik zeigen, werden die wichtigsten Messergebnisse in einem kleinen Hinweis-Fenster angezeigt.

Ein Doppelklick auf eine Grafik öffnet die Datei.

8.1.4 Export



Mit der Exportfunktion können Sie PVPM-Messdaten-Dateien in ein für andere Programme lesbares Format konvertieren. Benutzen können Sie die Formate .XLS (MS-Excel) .DBF (dBase III+), sowie drei verschiedene ASCII-Darstellungen. Für die richtige Auswahl des Formates konsultieren Sie bitte das Handbuch des Programms, mit welchem Sie die Messwerte weiterverarbeiten wollen.

Wählen Sie nun das gewünschte Exportformat mit der Combobox aus. Wählen Sie nun die zu exportierenden Dateien in dem Dateiauswahl-Dialog, der erscheint, wenn Sie den Button „Dateien wählen“ betätigen. Wenn Sie die Dateien ausgewählt haben, drücken Sie OK:

Die Exportdateien werden nun erstellt und im selben Verzeichnis und unter dem selben Dateinamen, aber angepasster Dateierweiterung (also statt .SUI dann .XLS) abgelegt. Sie können die exportierten Dateien nun in einem Programm Ihrer Wahl weiterverarbeiten. Änderungen an den exportierten Dateien haben keinen Einfluss auf die Originaldaten.

8.1.5 Drucken

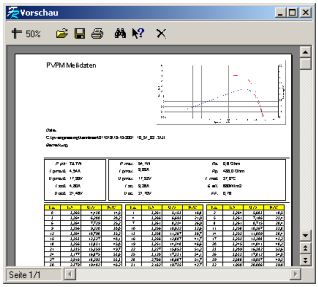
Dieser Button ist kontextsensitiv, d.h., wenn gerade die Grafik angezeigt wird, führt der Button zum Ausdruck der Grafik, wenn die Ergebnisse aktiv sind, wird eine Liste ausgedruckt.

Bitte beachten Sie, dass Sie unter Umständen die Seitenorientierung Ihres Druckers vor dem Ausdruck ändern müssen. Der Ausdruck benutzt den gesamten verfügbaren Papierbereich.

Die Buttons in der Druckvorschau sind von Links nach Rechts:

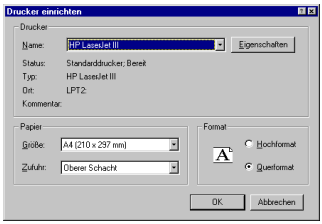
- Zoom
- Vorschau öffnen

- Vorschau speichern
- Vorschau drucken
- Text suchen
- Hilfe
- Vorschau Beenden.



8.1.6 Druckereinrichtung

Ruft den Windowsdialog "Druckereinrichtung" auf, in dem Sie den gewünschten Drucker einstellen können.



8.1.7 Beenden

Hiermit beenden Sie das Programm PVPM.disp. Die aktuellen Daten werden nicht automatisch gespeichert, Sie werden aber darauf hingewiesen, dass noch Daten zu sichern sind und haben dann Gelegenheit, diese Daten vor dem Programmende zu sichern.

Nicht vergessen: Schalten Sie den Transfer am PVPM wieder aus, wenn Sie PVPM.disp beenden

Beenden Sie PVPM immer mit der Funktion "Beenden", dem Button ENDE oder der Tastenkombination <ALT>-<F4> und kehren Sie zum System zurück. Wichtig ist, das Sie Ihr System später vorschriftsmäßig herunterfahren, da sonst z.B. durch einen Write-Back-Cache Datenverlust entstehen könnte.

8.2 Bearbeiten

Diese Funktion ist nur aktiviert, wenn der Cursor sich in einem Texteingabefeld befindet.

8.2.1 Ausschneiden

Schneidet den markierten Text aus und fügt ihn in die Zwischenablage ein.

8.2.2 Kopieren

Kopiert den markierten Text und fügt ihn in die Zwischenablage ein.

8.2.3 Einfügen

Fügt Inhalt der Zwischenablage in den markierten Text ein.

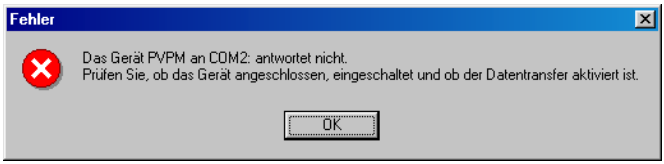
8.3 Extras

Schalten Sie zuerst das PVPM ein und auf „Transfer“ (der zu messende Solargenerator sowie die Sensoren sollten ggf. bereits angeschlossen sein!), bevor Sie die folgende Transferfunktion "Messung" nutzen.

8.3.1 Messung auf PVPM starten / Button „Messen“

In der Statuszeile erscheint die Meldung „Messung läuft – Bitte warten“

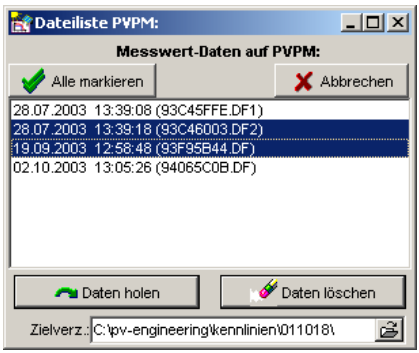
Die Messung dauert etwa 2 Sekunden. Unmittelbar nach Ende der Messung werden die Messwerte übertragen (Vorgang wird in der Statuszeile angezeigt) und das Hauptfenster ist zu sehen, nun mit Messwerten gefüllt. Sie können nun die Daten in einer Grafik (Kap 8.4) oder einer Liste anzeigen (Kap 8.5), exportieren (Kap. 8.1.3) oder in Datei speichern (Kap 8.1.2). Die Kennliniendaten werden in diesem Fall **nicht** auf dem PVPM gespeichert! Dies ist vorteilhaft, wenn Sie längere Messdurchläufe mit vielen Messdaten durchführen wollen. Der Datenspeicher des PVPM wäre dann irgendwann erschöpft.



Falls die nebenstehende Meldung erscheint, ist das Kabel zum PVPM nicht richtig angeschlossen oder die Funktion „Transfer“ auf dem Messgerät nicht aktiviert.

8.3.2 Dateien auf PVPM verwalten

Bei Aufruf dieser Funktion werden die auf dem PVPM gespeicherten Messreihen als Liste angezeigt (das PVPM muss hierzu angeschlossen sein). Sie können nun die angezeigten Dateien auf den PC übertragen, um sie hier weiter zu verarbeiten. Markieren Sie hierzu eine oder mehrere Dateien in der Liste (mit dem Button „Alle markieren“ können Sie alle angezeigten Datensätze auf einmal markieren) und betätigen Sie „Daten holen“. Die Reihen werden nun nacheinander übertragen, es wird jeder Datensatz mit einem Dateinamen der Form „04-01-2000 23_44_38 .SUI“ (in diesem Fall eine Messung vom 4.Januar 2000 um 23 Uhr, 44 Minuten,

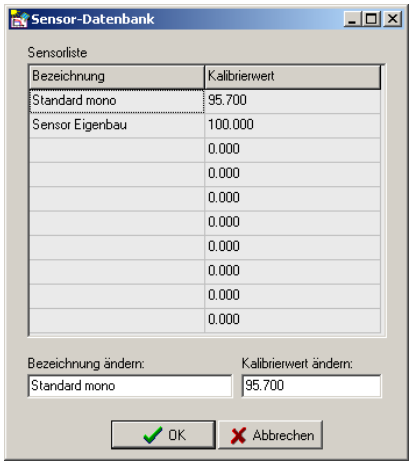


38 Sekunden) auf der PC-Festplatte abgelegt. Das hierfür benutzte Zielverzeichnis können Sie im Eingabefeld „Zielverz.“ wählen, indem Sie den Button mit dem Verzeichnis-Symbol betätigen. Sie können Datenreihen auf dem PVPM auch löschen, in dem Sie die zu löschende Datei in der Liste markieren und „Daten löschen“ betätigen. **Vorsicht: die Ausführung der Lösch-Funktion ist nicht rückgängig zu machen!!**

8.3.3 Datum/Uhrzeit auf PVPM übertragen

Mit dieser Funktion wird die Uhr des PVPM auf das aktuelle Datum und die Uhrzeit des PC eingestellt.

8.3.4 PVPM Sensordatenbank bearbeiten



An die Geräte der Serie PVPM können Einstrahlungssensoren verschiedener Hersteller angeschlossen werden. Da jeder Sensor einen anderen Kalibrierwert hat, muss dieser im Messgerät je nach Sensor geändert werden. Um dies auch vor Ort einfach zu machen, unterstützt das PVPM eine kleine Datenbank von bis zu 10 Sensoren, deren Bezeichnung und Kalibrierwert hier eingegeben oder geändert werden kann. Am PVPM können Sie die gewünschten Sensordaten bei einem Wechsel des Sensors über das Menü „Service“ wählen.

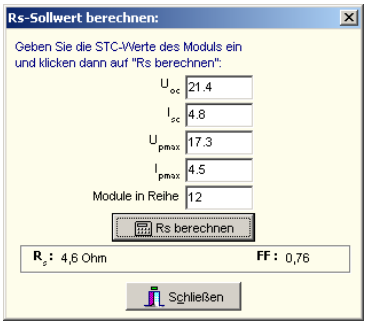
Achtung: für diese Funktion muss ein PVPM angeschlossen und bereit für den Transfer sein! Beim Aufruf der Funktion wird die aktuelle Datenbank aus dem PVPM geladen.

In der Liste wählen Sie zur Neueingabe ein freies Feld mit dem Cursor und geben Sie die Bezeichnung und den Kalibrierwert in den Eingabefeldern unter der Liste ein.

Wenn Sie mit der Eingabe fertig sind, drücken Sie „OK“. Sie werden dann gefragt, ob die geänderten Daten zum PVPM übertragen werden sollen. In der Regel sollten Sie hier mit „Ja“ antworten. Die neuen Daten stehen im PVPM anschließend sofort zur Verfügung.

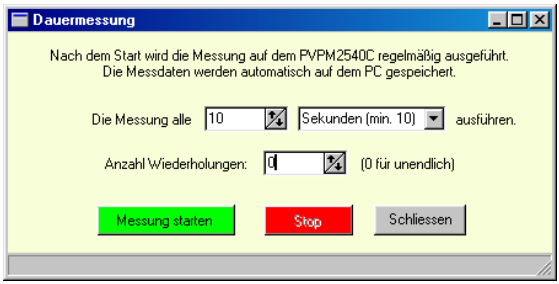
8.3.5 Serieninnenwiderstand Rs berechnen

Aus den STC-Eckwerten Kurschluss-Strom, Leerlaufspannung und den Strom- und Spannungs-Werten im MPP kann das PVPM die effektive Solarzellen-Kennlinie berechnen und hieraus auch den zu erwartenden Serieninnenwiderstand R_s bestimmen. Dieser theoretische Wert kann dann zum Vergleich mit einem Wert dienen, der durch eine Messung gewonnen wurde: Wenn der gemessene Wert höher ist als der theoretische so ist die Differenz auf Widerstände in der Verkablung zurückzuführen.



8.3.6 Dauermessung

Diese Funktion erlaubt die automatische, vom PC zeitlich gesteuerte Messung mit dem PVPM.



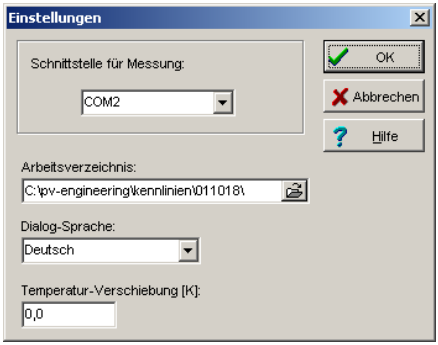
Stellen Sie einfach das Zeitintervall und die Einheit (Sekunden, Minuten, Stunden) ein, in der die Messung wiederholt werden soll, sowie die Anzahl der Wiederholungen (oder 0, wenn die Messungen endlos durchlaufen sollen).

Nach betätigen des Buttons „Messung starten“ läuft die Messung automatisch und kann mit „Stop“ wieder beendet werden. Die Messdaten werden in dem definierten Datenverzeichnis automatisch in Dateien abgelegt, die im Dateinamen Datum und Uhrzeit der Messung enthalten.

Die automatische Messung wird automatisch beendet, wenn die gewünschte Zahl von Messungen durchgeführt wurde oder wenn technische Probleme auftreten (PVPM antwortet nicht).

8.3.7 Einstellungen

Alle hier vorgenommenen Änderungen werden automatisch gespeichert und behalten Ihre Gültigkeit bis zur nächsten Änderung.



8.3.7.1 Serielle Schnittstelle wählen

Die für die Kommunikation mit dem PVPM benutzte Schnittstelle (COMn:) des PC können Sie hier einstellen (aus Combobox wählen).

8.3.7.2 Arbeitsverzeichnis einstellen

Der Inhalt des Arbeitsverzeichnisses wird von den Dateiöffnen- und Speichern-Dialogen standardmäßig dargestellt. Geben Sie hier das Verzeichnis an, in dem Sie üblicherweise die Daten speichern wollen. Dieses Verzeichnis wird auch bei der automatischen Datenspeicherung (Datenübernahme von PVPM oder Dauermessung) benutzt. Mit dem Button rechts im Eingabefeld können Sie ein Verzeichnisauswahlfenster öffnen und dort Ihr Verzeichnis auswählen.

8.3.7.3 Dialogsprache wechseln

PVPM.disp unterstützt in der vorliegenden Ausgabe die Dialogsprachen Deutsch und Englisch. Die Sprache kann im laufenden Programm gewechselt werden. Wählen Sie dazu in der Combobox „Dialog-Sprache“ die von Ihnen gewünschte Sprache aus. Nach dem Schließen der Dialogbox wird die Sprache dann gewechselt.

Bitte beachten: Standard- und Systemdialoge werden immer in der Sprache dargestellt, die der installierten Windows-Version entspricht.

8.3.8 Temperatur-Verschiebung einstellen

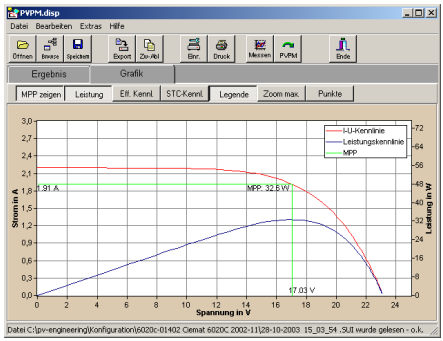
Wenn bekannt ist, das eine Temperatur-Differenz zwischen der am Sensor gemessenen Temperatur und der tatsächlichen Temperatur an der Modulrückseite existiert (möglicherweise z.B. bei Indach-Anlagen), so können Sie hier einen Korrekturfaktor eingeben, um den die gemessene Temperatur verändert wird. Der eingegebene Wert wird zur gemessenen Temperatur addiert, d.h., wenn Sie einen negativen Wert eingeben, wird die gemessene Temperatur verringert. die Berechnungen von PVPM.disp

nutzen dann den geänderten Wert. Dieser Wert wird aber nicht mit der Datei abgespeichert!

8.3.9 Firmware-Update

Diese Funktion ist z. Zt. nur für Service-Zwecke vorgesehen und wird hier nicht weiter erläutert.

8.4 Grafik

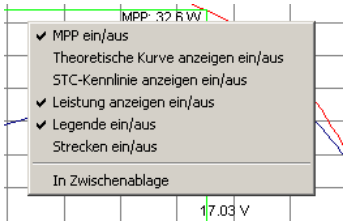


Nach dem Laden einer Messung oder der Durchführung einer neuen Messung können Sie die Grafik durch den Button „Grafik“ aufrufen (wenn nicht bereits angezeigt).

Mit der Maus können sie im Grafikbereich ein Rechteck aufziehen (von links oben nach rechts unten bei gedrückter linker Maustaste). Dieser markierte Bereich wird dann vergrößert dargestellt. Zurück zur Normaldarstellung kommen Sie durch ziehen eines Rechteckes von rechts unten nach links oben. Wenn Sie den Grafikbereich mit der rechten Maustaste anklicken und die Taste gedrückt halten, können sie den Grafikbereich auch verschieben.

Durch Anklicken der Grafik mit der rechten Maustaste erscheint ein Pop-Up-Menü. Folgende Optionen stehen Ihnen dann zur Verfügung (die selben Funktionen können Sie übrigens auch mit den Buttons über dem Grafikbereich bedienen):

8.4.1.1 Stecken Ein/Aus (Button „Zoom y“)



Die Y-Skalierung wird so geändert, dass der Graf die Y-Achse voll ausnutzt.

8.4.1.2 MPP Ein/Aus (Button „MPP zeigen“)

Sie können wahlweise einen berechneten MPP anzeigen lassen bzw. diese Anzeige wieder ausschalten. Der MPP (Maximum Power Point) wird nicht direkt aus der Wertetabelle der Messdaten entnommen, sondern interpoliert.

8.4.1.3 Theoretische Kurve anzeigen Ein/Aus (Button „Eff. Kennl.“)

Hierdurch wird (wenn möglich) eine theoretische Kennlinienapproximation durchgeführt und diese Kurve (die Effektivkennlinie) zusätzlich dargestellt. Diese Darstellung kann ebenfalls wieder abgeschaltet werden.

8.4.1.4 STC-Kennlinie anzeigen Ein/Aus (Button „STC-Kennl.“)

Hierdurch wird, wenn möglich, die auf STC-Bedingungen umgerechnete Kennlinie zusätzlich dargestellt. Diese Darstellung kann ebenfalls wieder abgeschaltet werden. Der Skalenbereich wird ggf. automatisch vergrößert.

8.4.1.5 Leistung anzeigen Ein/Aus (Button Leistung)

Hier können Sie neben der I-U-Kennlinie auch die P-U-Kennlinie anzeigen. Als Bezugsachse für die Leistung dient die rechte Skalierung

8.4.1.6 Legende Ein/Aus (Button „Legende“)

Es kann zu dem Diagramm auf Wunsch eine Legende angezeigt werden. Die Position der Legende ist rechts oben im Grafikbereich.

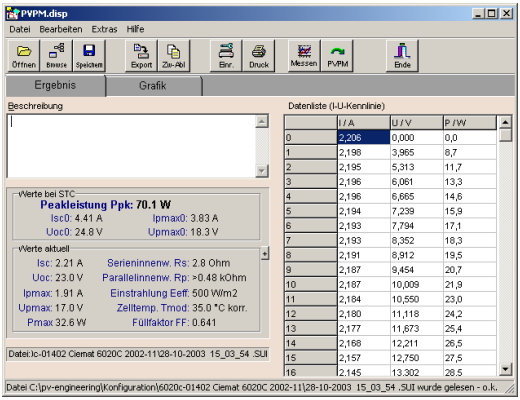
8.4.1.7 Strecken Ein/Aus (Button „Zoom max“)

Die Grafik wird so skaliert, dass sie den maximalen Platz auf der Grafikfläche ausnutzt.

8.4.1.8 In Zwischenablage (Button „Zw-Abl“, Haupt-Buttonleiste)

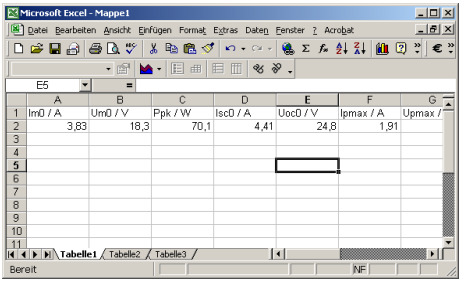
Hiermit wird die aktuelle Grafik in die Windows-Zwischenablage kopiert und kann von hier direkt z.B. in MS-Word eingefügt werden.

8.5 Ergebnisse / Liste



Durch Anklicken des Buttons „Ergebnisse“ wird Ihnen die Seite mit den Resultaten und Kennliniendaten (in einer Liste) angezeigt. Eine Bearbeitung ist z.Zt. nur in den Feldern Einstrahlung und Temperatur möglich: doppelklicken auf den Wert ruft eine Dialogbox auf, in der Sie den neuen Wert eingeben können. Die geänderten Werte bleiben erhalten, wenn die Datei jetzt nochmals gespeichert wird.

Die Liste kann der Ergebnisse und Messdaten kann ausgedruckt werden (s. 8.1.5). In das Feld „Bemerkung“ können Sie Notizen schreiben. Diese werden beim Speichern mit den Messdaten abgelegt. Die erste Zeile der Bemerkungen wird als Titel über die Grafik gesetzt.



Über den Button „Zw-Abl“ in der Haupt-Buttonleiste wird eine Liste der Ergebnisse in die Windows-Zwischenablage kopiert. Die Liste enthält in Tabulator-separierter Spalten-Form die wesentlichen Ergebnisse und kann so direkt z.B. in MS-Excel eingefügt werden.

8.6 Hilfe (noch nicht implementiert)

8.6.1 Inhalt

Der Menüpunkt Index ruft das Inhaltsverzeichnis der PVPM.disp-Hilfe auf.

8.6.2 Suchen

Über diesen Menüpunkt können Sie nach einzelnen Begriffen suchen.

8.6.3 Hilfe benutzen

Hier erhalten Sie Hinweise zum Umgang mit dem MS-Windows-Hilfesystem.

8.6.4 Info

Der Menüpunkt zeigt Ihnen ein Informationsfenster, dem Sie den vorliegenden Revisionsstand des Programms entnehmen können.

9 Hardwareinformationen

(Änderungen vorbehalten)

Aufbau in stabilem Metallgehäuse mit Trage-/Aufstellgriff und robuster Folienfrontplatte

9.1 Messeinheit:

Sampling Rate max. 100kHz, Auflösung 12Bit,
Messgenauigkeit des A/D-Wandlers besser 1%
Peakleistungsmessung: ±5%
Reproduzierbarkeit: ±2%
Messdauer Einzelmessung ca. 2 Sek. (ca. 100 Messwertpaare)
Phox-Sensor mit integriertem Pt1000-Sensor erfasst Einstrahlung und Zelltemperatur. Andere handelsübliche Sensoren wie z.B. ISET-Sensor® über störsichere Kabelverbindung anschließbar
Pinbelegung der Sensoranschlüsse:
Einstrahlung:
3 pin female chassis socket Typ Lumberg KFV30 (plug: SV30)
Pin 1 = U+
Pin 2 = not used
Pin 3 = U-
Temperatur:
4 pin female chassis socket Lumberg KFV40 (plug: SV40)
Pin 1 = +Current source (~1 mA)
Pin 2 = +Pt1000
Pin 3 = -Pt1000
Pin 4 = -Current source (~1 mA)

Messbereicher der PVPM:

Standard-Messbereiche	Spannung [V]	Strom [A]	Tempe-ratur	Einstrah-lung
PVPM2540C	25/50/100/250	5/10/20/40	-100°C - +120°C bei Pt1000	0 - 1300 W/m2 (Standard-Sensor)
PVPM6020C	25/100/300/600	2/5/10/20		
PVPM1000C	25/100/500/1000	2/5/10/20		

Die Messbereiche können untereinander kombiniert werden
Das Messgerät wählt automatisch einen optimalen Messbereich

9.2 Rechnereinheit:

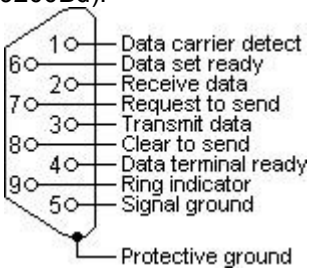
Prozessor 386sx-kompatibel, 100MHz, Speicher 16MByte
Flash-Harddisk 32MB (kann mehre 1000 Ergebnisse zwischenspeichern)
Watchdog, Echtzeituhr
Keine mechanisch bewegten Teile wie Festplatten, Lüfter o.ä.

9.3 Anzeige:

LCD-Display, CCFL-Backlicht, Auflösung 256 x 128 Pixel, monochrom
Darstellung weiß auf schwarz, dadurch hoher Kontrast

9.4 Bedienung:

Menügesteuert über Folientastatur direkt am Gerät
Bedienung und Auswertung alternativ mit Windows-Programm, Anschluss RS232 (19200Bd).



RS232-Kabel: Null Modem Kabel 2x 9pin Sub-D female, verbunden 1-4/2-3/3-2/4-1/5-5/7-8/8-7/9-9.

9.5 Spannungsversorgung:

Lead-Acid-Akkumulator 12V/2.2Ah oder 12V/7.2Ah,
Internes Netzteil für Eingangsspannung 230V/50Hz,
Sicherung 5x20, 250V 0.325A Trägean der Gehäuserückseite
Leistungsaufnahme ca. 40W
Eingebauter Laderegler mit Überlade- /Tiefentladeschutz für Akku
Anzeige des Ladezustands über Kontroll-LED außen am Gehäuse

9.6 Abmessungen

Breite:48cm, Höhe:16cm, Tiefe:34cm (2540C,6020C) / 39cm (1000C)

9.7 Betriebsbedingungen:

	Temperatur:	Feuchte
Betrieb:	0°C bis 40°C	10% bis 90% (nicht

		kondensierend)
Lagerung:	-10°C bis 85°C	5% bis 95%

9.8 Optional lieferbar:

- Software für MS-Windows zur automatischen Generierung von Prüfberichten
- Messkabel mit 15 oder 25 Meter Länge (andere Längen auf Anfrage)

10 Liste der Formelzeichen

AM	Air-Mass, rel. Weglänge des Sonnenlichtes d.d. Atmosphäre
E	Bestrahlungsstärke
E_0	1000 W/m^2 (Bestrahlungsstärke bei STC)
Eeff	aktuelle effektive Bestrahlungsstärke mit spektraler Bewertung durch das Zellmaterial des Sensors
FF	Füllfaktor, Verhältnis $I_{sc}*U_{oc}/I_{pmax}*U_{pmax}$, bei kristallinen Modulen etwa 0,75 = 75%, geringere Werte können Hinweis auf Leistungsminderung geben
I	Strom
I_m	Kurzform für I_{pmax}
Iph	Photo-Strom
I_{pmax}	Strom im Punkt maximaler Leistung
I_{pmax0}	I_{pmax} bei STC
I_{sc}	Kurzschlussstrom (engl. short circuit current)
I_{sc0}	I_{sc} bei STC
MPP	Maximum Power Point, andere Bezeichnung für P_{max}
NOCT	Nominal Operating Cell Temperature, Zellen-Betriebstemperatur bei T_{ambN}=20°C und E_N=800W/m^2
P	Leistung
P_{max}	aktuelle Spitzenleistung einer Solarzelle
P_{pk}	Peak-Power, Nenn-Spitzenleistung d. Solarzelle bei STC, $P_p = I_{sc0} * U_{oc0}$
PV	Photovoltaik, photovoltaisch
R	Widerstand
R_{pv}	Photovoltaik-Widerstand
R_s	Serieninnenwiderstand, bei kristallinen Modulen etwa 1 Ohm, bei Dünnschichtzellen 2-3 Ohm. Im String wird der R_s stark durch die Leitungswiderstände bestimmt
R_p	Parallelinnenwiderstand
Rp	Parallel resistance
Rpv	Photovoltaik-Widerstand (nur Rechenwert, kein echter Widerstand)
Rs	Serieninnenwiderstand, z.B. Kabel-/Steckerwiderstand
STC	Standard Test Conditions, Standardprüfbedingungen zur Ermittlung von Ppk: AM 1,5, T=25°C, E0=1000W/m2
Tmod	Modultemperatur
U	Spannung
Um	Kurzform für Upmax
Uoc	Leerlaufspannung (engl. open circuit voltage)
Uoc0	Uoc bei STC
Upmax	Spannung im Punkt maximaler Leistung
Upmax0	Upmax bei STC

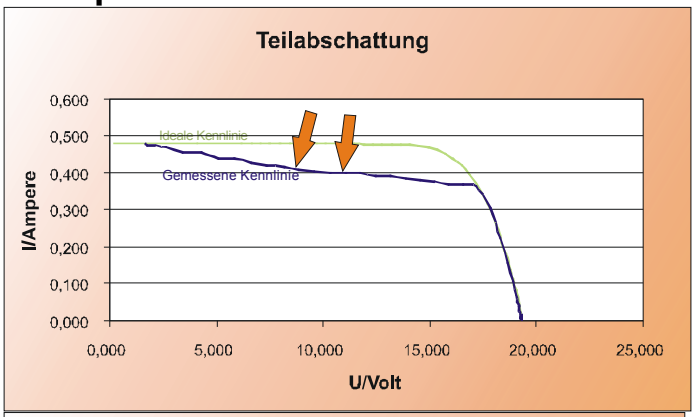
11 Ursachen für Minder-Leistung und -Ertrag

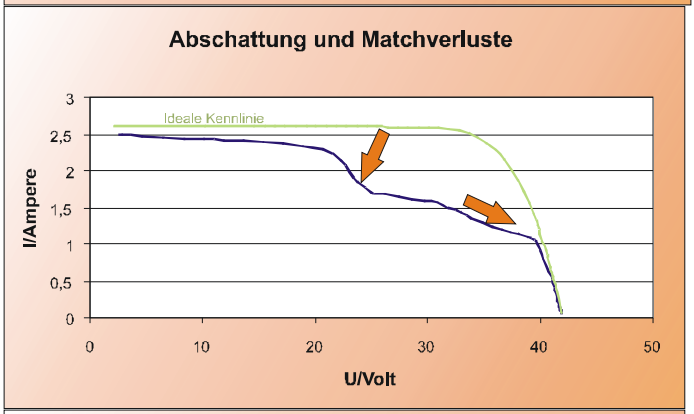
Fehler	Erkennbar durch:	Mögliche Ursache / *Abhilfe*
Anlagenkonfiguration nicht optimal gewählt	Messung von Matchverlusten	Planungsfehler / *Neukonfiguration*
Fehlerhafte Anpassung von Strings an Wechselrichter	Eingespeiste Leistung für Standort und Leistung des Generators zu gering	Planungsfehler / *Neukonfiguration, Austausch der Wechselrichter*
Abschattung mit Schlagschatten	I-U-Kennlinie hat "Beulen", **Peakleistung** zu gering, optische Kontrolle	Hindernis in direkter Nähe zum Modul (z.B. Vogelkot) / *Hindernis beseitigen*
Abschattung diffus (möglicherweise mit bloßem Auge nicht erkennbar!)	I-U-Kennlinie ist "eingedrückt", **Peakleistung** zu gering	Hindernis in einiger Entfernung (diffuser Lichtanteil hoch) / *Hindernis beseitigen*
Korrosion an Steckern/Klemmen	**Serieninnenwiderstand Rs** zu hoch	Material-, Planungs-, Montage-fehler / *Reinigen, Austausch*
Ablösung der Zelleinbettung	wie **Abschattung diffus**	Material-, Herstellungsfehler / *Austausch*
Blasenbildung in Harz	wie **Abschattung diffus**	Materialfehler / *Austausch durch Lieferanten*
Blindwerden des transparenten Deckmaterials (Glas, Kunststoff, Harz)	Optische Kontrolle, **Peakleistung** zu gering (s.a. Abschattung diffus)	Materialfehler / *Austausch durch Lieferanten*
Verfärbung des transparenten Deckmaterials (Kunststoff, Harz)	Optische Kontrolle, **Peakleistung** zu gering (s.a. **Abschattung diffus**)	Materialfehler / *Austausch durch Lieferanten*
Eindringen von Feuchtigkeit zwischen das Laminat, führt zu anderen Schäden (Korrosion, Verfärbung)	Optische Kontrolle	Material-, Herstellungsfehler / *Austausch durch Lieferanten*
Fehler in der Kristallstruktur einzelner Zellen (Hot-Spot-Effekt)	wie **Abschattung diffus**	Herstellungsfehler / *Preisminderung, Austausch durch Lieferanten*
Verschmutzung des Moduls durch Staub	Optische Kontrolle, wie **Abschattung diffus**	Hohe Staubbelastung (In Deutsch-land meist kein Problem). regel-mäßig kontrollieren / *reinigen*
Moos-/Algenbewuchs des Moduls, Vogelkot	wie **Abschattung mit Schlagschatten**	Je nach Region und Lage normal / *Reinigung*

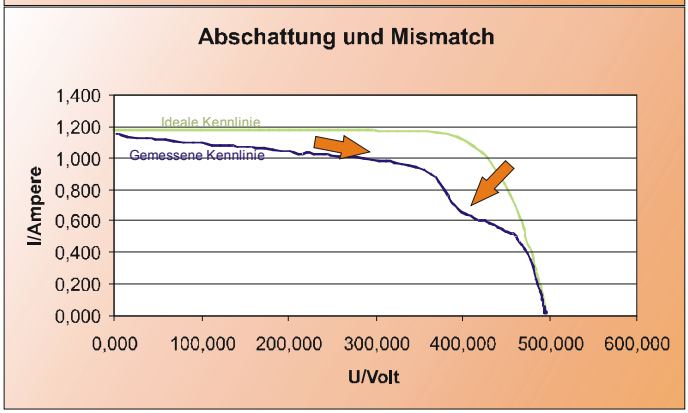
Bruch des Deckglases, führt zu anderen Schäden (Korrosion, Verfärbung)	Optische Kontrolle	Hagelschlag, Montagefehler, Transportschaden / *Austausch d. Liefer.*
Bruch von Einzelzellen im Modul	**Peakleistung** zu gering, eventuell Verformung der I-U-Kennlinie	Materialfehler / *Austausch durch Lieferanten*
Mangelhafte elektrische Verbindungen im Modul	**Peakleistung** zu gering, **Serieninnenwiderstand Rs** höher als berechnet	Fehler in Lötung, Materialfehler, Korrosion / *Austausch durch Lieferanten*
Bypassdiode defekt (Kurzschluss)	**Peakleistung** des Strings um Modulleistung verringert	Überlastung, Materialfehler / *Reparatur*
Bypassdiode falsch herum montiert	**Peakleistung** des Strings um Modulleistung verringert	Montagefehler / *Reparatur*
Keine Bypassdiode montiert oder Diode defekt (hochohmig)	Abschattung eines Moduls kann Leistung des Strings dramatisch verringern	Planungs-, Montagefehler / *Reparatur*
Verkabelung zu klein dimensioniert	**Serieninnenwiderstand Rs** zu hoch	Planungsfehler / *Austausch der Verkabelung*
Kabel defekt (z.B. Bruch, Korrosion)	**Serieninnenwiderstand Rs** zu hoch	Montagefehler / *Reparatur*
Mangelhafte Anschluss von Steckverbindern	**Serieninnenwiderstand Rs** zu hoch	Montagefehler / *Reparatur*
Korrosion in Schraub- oder Steckverbindern	**Serieninnenwiderstand Rs** zu hoch	Montagefehler / *Reinigung, Reparatur*
Mangelhafte Vorauswahl von Modulen nach Peakleistung (gute/schlechte Module jeweils in einen String)	**Peakleistung** der Anlage zu gering	Planungs-, Montagefehler (Matchverluste) / *Neuzusammenstellung der Module nach Peakleistungsmessung*
Mangelhafte Vorauswahl von Einzellen nach Leistung bei Modulherstellung	**Peakleistung** des Modules zu gering	Herstellungsfehler / *Preisminderung, Austausch durch Lieferanten*
Kurzschluß zwischen Einzelzellen im Modul	**Peakleistung** der Anlage zu gering, Leerlaufspannung U_{oc} zu klein, Kennlinienverlauf	Herstellungsfehler / *Austausch durch Lieferanten*
Herstellungstoleranzen in Zellproduktion	**Peakleistung** zu gering, Kennlinienverlauf	Herstellungsfehler / Preisminderung, *Austausch durch Lieferanten*

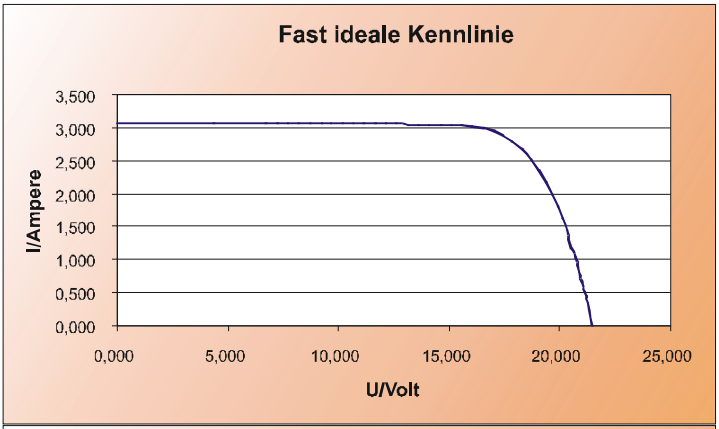
Bitte beachten: Fehler zeigen sich unter Umständen nur bei bestimmten Betriebszuständen, z.B. hohen Modultemperaturen
Diese Aufstellung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit oder Fehlerfreiheit.

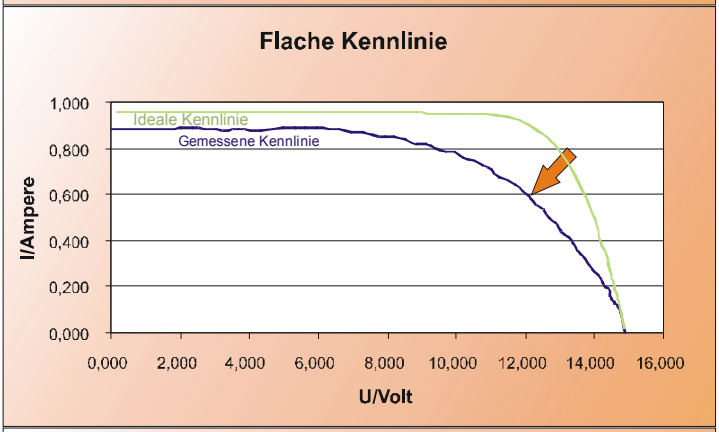
12 Beispiel-Kennlinien

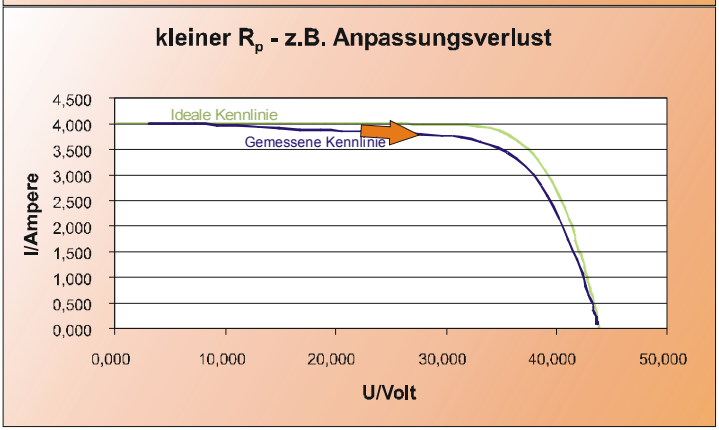


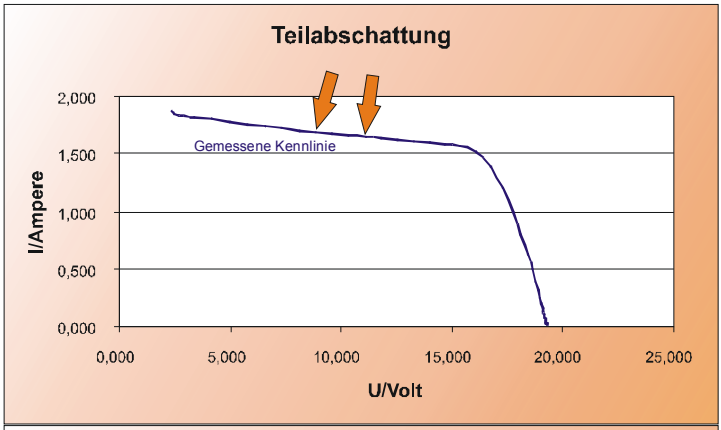


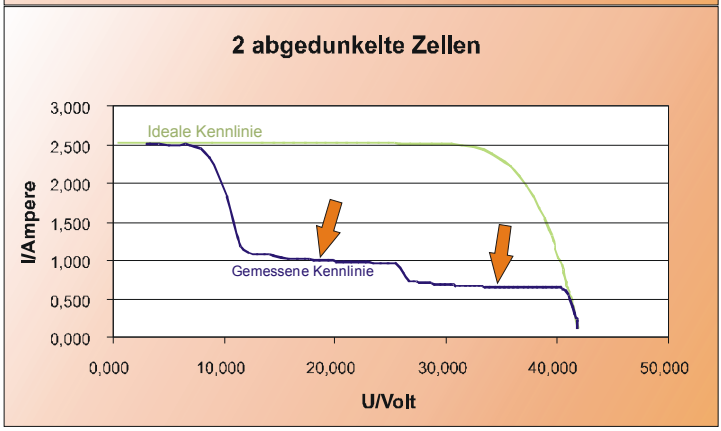



Fast ideale Kennlinie
I/Ampere
3,500
3,000
2,500
2,000
1,500
1,000
0,500
0,000
0,000
5,000
10,000
15,000
20,000
25,000
U/Volt


Flache Kennlinie
I/Ampere
1,000
0,800
0,600
0,400
0,200
0,000
Ideale Kennlinie
Gemessene Kennlinie
0,000
2,000
4,000
6,000
8,000
10,000
12,000
14,000
16,000
U/Volt


kleiner R_p - z.B. Anpassungsverlust
I/Ampere
4,500
4,000
3,500
3,000
2,500
2,000
1,500
1,000
0,500
0,000
Ideale Kennlinie
Gemessene Kennlinie
0,000
10,000
20,000
30,000
40,000
50,000
U/Volt


Teilabschattung
I/Ampere
2,000
1,500
1,000
0,500
0,000
Gemessene Kennlinie
0,000
5,000
10,000
15,000
20,000
25,000
U/Volt


2 abgedunkelte Zellen
I/Ampere
3,000
2,500
2,000
1,500
1,000
0,500
0,000
Ideale Kennlinie
Gemessene Kennlinie
0,000
10,000
20,000
30,000
40,000
50,000
U/Volt

13 Glossar

13.1 Azimutwinkel (ß) und Neigungswinkel (α)

Zur effektiven Nutzung der Sonnenstrahlung werden Module und Kollektoren so ausgerichtet, dass die solare Ernte möglichst groß ausfallen kann. Hierbei spielen neben dem Einfallswinkel der Sonne auch der "Azimutwinkel" und der Neigungswinkel der Module bzw. Kollektoren eine Rolle. Der Azimutwinkel (ß , im Bild rechts) gibt an, wie viel Grad die Flächen von Modul oder Kollektor von der exakten Südausrichtung abweichen. Der Neigungswinkel (α) betrifft die Abweichung von der Horizontalen. Untersuchungen belegen, dass Solaranlagen mit einem Azimutwinkel von etwa 0° und einem Neigungswinkel um 30° optimal ausgerichtet sind. Doch kleinere Abweichungen sind nicht unbedingt problematisch: Bei der Orientierung nach Südost oder Südwest können noch immer rund 95 % der möglichen Ernte eingefahren werden. Größere Anlagen werden zur Steigerung der Erträge mit Elektromotoren der Sonne nachgeführt. Siehe auch Nachführung.

Bei Messungen mit dem PVPM ist die exakte Ausrichtung des Einstrahlungssensors mit den Modulen äußerst wichtig. Der Sensor muss „den selben Himmel sehen“ wie die Module. Dabei ist zu berücksichtigen, das durch Reflektionen in der Umgebung (durch Hauswände oder andere helle Flächen) der Lichteinfall auf die Module und den Sensor stark beeinflusst werden kann.

13.2 Dachneigung

Auch wenn bei der Planung einer Solaranlage (beispielsweise bei einer Online-Berechnung) nach der Dachneigung gefragt wird, kommt es nicht auf die Neigung des Daches, sondern auf die Neigung der Kollektoren an. Durch entsprechende Aufständerung und Halterungen können Kollektoren auch bei ungünstiger Dachneigung oder Dachausrichtung in eine geeignete Position gebracht werden.

Damit die Sonnenstrahlung bestmöglich genutzt wird, sollte sie im rechten Winkel auf den Kollektor treffen. Der optimale Neigungs- oder Aufstellwinkel entspricht der geografischen Breite eines Ortes. (Freiburg z.B. liegt am 48. Breitengrad und Lübeck am 54. Breitengrad.) Da die Sonne im Sommer höher und im Winter tiefer steht, kommt es darauf an, in welcher Jahreszeit die Solaranlage vorwiegend genutzt werden soll. Photovoltaikanlagen z.B. bringen den besten Ertrag an den langen Tagen

des Sommers, während thermische Solaranlagen zur Heizungsunterstützung im Winter gebraucht werden. Als Faustregel für den Aufstellwinkel gilt bei Sommernutzung der Breitengrad minus 10°, für die Winternutzung der Breitengrad plus 10°.

Nicht zu verwechseln mit der Neigung ist die Ausrichtung (Azimutwinkel) nach Süden. In der Praxis bringen kleinere Abweichungen von der optimalen Neigung oder Ausrichtung nur eine geringfügige Ertragsminderung. Eine zeitweise Verschattung der Kollektoren beeinträchtigt den Ertrag mehr.

13.3 DC

Abk. für direct current = Gleichstrom, wie er von Solarzellen bzw. -modulen und erzeugt, und in Akkumulatoren gespeichert wird. Werden mehrere Solarzellen in Reihe zu einem Modul geschaltet, addieren sich die Spannungen.

13.4 Degradationsverhalten

Der Wirkungsgrad amorpher Solarzellen nimmt am Anfang der Sonnenbestrahlungsphase stark ab und stabilisiert sich erst nach 3 Wochen bis 5 Monaten. Neben dieser irreversiblen (unumkehrbaren) Degradation findet gleichzeitig eine reversible (umkehrbare) Degradation statt. D.h. amorphe Solarmodule haben einen besseren Wirkungsgrad im Frühjahr/Sommer im Gegensatz zu Herbst/Winter

13.5 direkte Strahlung / diffuse Strahlung

Direkte Strahlung (schattenwerfend) trifft ohne Streuung durch Bestandteile der Erdatmosphäre auf eine Fläche. Durch Streuung (Nebel, Dunst, Wolken) entsteht diffuse / indirekte Strahlung

13.6 Einspeisevergütung

Mit der Neufassung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG), das am 25.02.2000 im Bundestag verabschiedet wurde, muss Strom aus Solaranlagen durch die Betreiber der Netze und örtliche Energieversorgungsunternehmen künftig mit mindestens 99 Pfennigen/kWh vergütet werden. Hinzu kommt die Förderung durch das100.000-Dächer-Solarstromprogramm" der Bundesregierung mit derzeit rund 36% Finanzierung einer Anlage. Die Kosten für die Produktion von Solarstrom liegen in Deutschland derzeit bei etwa 1,76 DM/kWh bei 15 Jahren Laufzeit bis zur Abzahlung der Investition.

13.7 Generator

Lat.: Erzeuger. Generatoren wandeln andere Energieformen in Strom um. In der Solartechnik wird nur die Gesamtheit der zusammengeschalteten Photovolatik-Module als Generator oder Solarkraftwerk bezeichnet.

13.8 Globalstrahlung

Bezeichnet die auf eine horizontale Fläche auf der Erde treffende Sonneneinstrahlung. Sie setzt sich aus der direkten Strahlung und der Reflektionsstrahlung (z.B. von Schneefeldern) zusammen.

13.9 Kurzschluss-Strom bei Solarzellen:

Strom der fließt, wenn Plus- und Minuspol der Zelle verbunden werden, wenn also kein Widerstand bzw. Verbraucher zwischen Plus und Minus ist. Für die Solarzellen nicht gefährlich, jedoch kann sich beim Trennen der Verbindung ein gefährlicher Lichtbogen bilden!

13.10 Mismatching

Verschaltung schlechterer und besserer Module in einen String, wodurch das schlechteste Modul einer Reihe den Strom bestimmt und so die Gesamtleistung vermindert.

13.11 MPP

ist der Punkt maximaler Leistung. Eine Solarzelle besitzt zu jedem Einstrahlungswert in Kombination zu einem bestimmten Temperatur- und Lichtspektrumswert einen Punkt maximaler Leistung auf ihrer U-I-Kennlinie. Das Produkt aus nutzbarer Spannung und dazugehörigem Strom einer Solarzelle ist nicht immer gleich groß.

13.12 Nachführung

Bei nachgeführten Photovoltaik-Anlagen folgt die Modulfläche im Tagesverlauf dem Stand der Sonne. Die Nachführung (engl.: tracking) kann hierbei um eine oder zwei Achsen erfolgen, wobei die Ausbeute bei zweiachsiger Nachführung höher ist. Gegenüber einer fest nach Süden ausgerichteten Anlage kann auf diese Weise die Jahresausbeute in unseren Breiten um etwa 30% gesteigert werden. Die Mastaufständerung nachgeführter Solaranlagen (s. Bild) erlaubt die Wahl des optimalen Standortes. Unabhängig von den baulichen Gegebenheiten wird so ein verschattungsfreier Schwenkbereich von 180° ermöglicht.

13.13 Peakleistung

Um die Vergleichbarkeit von Leistungsangaben bei PV-Modulen zu gewährleisten wurde allgemein vereinbart, das die Nennleistung eines Moduls bei den Randbedingungen Zelltemperatur 25°C, Einstrahlung 1000W/m2 und einem Lichtspektrum entsprechend AM=1,5 gemessen und „Peakleistung“ (manche Hersteller bezeichne diese auch als "Nennwert") genannt wird. Diese Randbedingungen heißen Standard Test Conditions (STC).

Leider sind die STC in der Natur nur sehr selten anzutreffen, so das die entsprechenden Messungen bisher im Labor durchgeführt wurden, wo eben diese Bedingungen unter hohem Aufwand hergestellt werden mussten.

Mit den neuen Verfahren der Peakleistungs- und Kennlinienmessgeräte der Serie PVPM ist es nun möglich, die Messungen unter aktuellen Umweltbedingungen durchzuführen und vom Messgerät auf die STC umrechnen zu lassen. Damit stehen nach nur einer Kennlinienmessung als Ergebnis sofort die Peakleistung Ppk, der Serieninnenwiderstand Rs und der Parallelwiderstand Rp zur Verfügung. Diese Werte stellen, verglichen mit den Sollwerten für die gemessene Anlage, ein Indiz für unterschiedliche Fehler im PV-Generator dar und vereinfachen die Leistungskontrolle und Fehlersuche.

13.14 Performance Ratio

Unter "Performance Ratio" versteht man in der Photovoltaik das Verhältnis von Nutzertrag und Sollertrag einer Anlage. Die Performance Ratio einer Photovoltaikanlage ist der Quotient aus dem Wechselstromertrag und dem nominalen Ertrag an Generatorgleichstrom. Sie gibt an, welcher Anteil des vom Generator erzeugten Stroms real zur Verfügung steht. Leistungsfähige PV-Anlagen erreichen eine Performance Ratio von über 70%. Die Performance Ratio wird oft auch als Qualitätsfaktor (Q) bezeichnet. Solarmodule auf der Basis von kristallinen Zellen erreichen einen Qualitätsfaktor von 0,85 bis 0,95, netzgekoppelte Anlagen liegen im Durchschnitt bei 70 bis 75 %.

13.15 Phox-Sensor

Das Prinzip des Phox (**Pho**tovoltaik Lu**X**)-Sensors besteht darin, dass der Strom einer Photovoltaik-Zelle, der nahezu linear zur Einstrahlung auf die Zelle ist, durch einen sogenannten Shunt, einen genauen Widerstand geleitet wird. Die am Widerstand abfallende Spannung ist dann wiederum

linear abhängig von der Einstrahlung und kann mit einfachen Messgeräten erfasst werden. Nachteil: jeder Sensor muss separat kalibriert werden: der Kalibrierwert ist die Spannung, die der Sensor abgibt, wenn er Standard-Test-Bedingungen (STC) ausgesetzt wird.

13.16 Serieninnenwiderstand Rs

Dieser Widerstand ergibt sich physikalisch aus dem für die Modulherstellung verwendeten Material und dem Aufbau des Moduls sowie seines Kabelanschlusses und hat im Normalfall einen konstanten Wert. Dieser beträgt z. B. bei kristallinen Modulen etwa 1 Ohm, bei Dünnschichtmodulen mehr als 2 Ohm.

Die Messung des Serieninnenwiderstands ist neuerdings mit den Messgeräten der Serie PVPM möglich. Dazu muss nur eine einzelne I-U-Kennlinie des Moduls gemessen werden. Aus dieser Kennlinie berechnet das Gerät automatisch den Rs sowie auch die Peakleistung Ppk und den Parallelwiderstand Rp.

Der theoretisch zu erwartende Wert des Serieninnenwiderstands Rs lässt sich berechnen. Dies können Sie z.B. mit der Software PVPM:disp ausführen, wenn Sie die STC-Kennwerte Uoc, Isc, UMpp und IMpp des Moduls kennen.

Den berechneten Rs können Sie nun mit dem gemessenen Wert vergleichen, den ein PVPM-Messgerät nach der Kennlinienmessung ausgibt. Ist der gemessene zu hoch, muss die Verkabelung auf Bruch, Korrosion, Verbindungsfehler oder Minderdimensionierung geprüft werden.

13.17 Solarkonstante

Bezeichnet die senkrecht auf eine Fläche außerhalb der Atmosphäre treffende Solarstrahlung. s = 1,37 kW / m2. Im Weltraum ist die Sonnenstrahlung nahezu konstant; auf der Erde schwankt sie im Laufe der Tages- und Jahreszeiten und variiert je nach Breitengrad und Witterung. Der maximale Wert auf der Erde liegt zwischen etwa 0,8 und 1,0 kW/m2. Im Jahresmittel beträgt die Sonneneinstrahlung in Deutschland je nach Region zwischen ca. 950 und 1100 kWh/m2

13.18 Sonneneinstrahlung

Die Sonneneinstrahlung setzt sich aus der Strahlung, die direkt von der Sonne kommt und mehreren indirekten Anteilen zusammen. Hierzu zählen die Reflexionsstrahlung der Umgebung, besonders stark

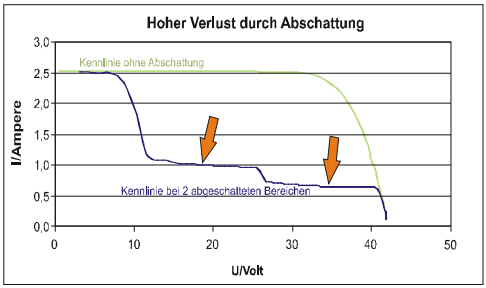
reflektieren z.B. Schneeflächen, die Strahlung des blauen Himmels und sonstige diffuse Strahlung. Für die genaue Berechnung der Energie, die auf eine Fläche trifft, ist der Winkel zwischen Sonnenstrahl und Fläche entscheidend. Dieser ändert sich je nach Tages- und Jahreszeit. Informationen über die exakte Berechnung bieten verschiedene Internet-Seiten. Die Einstrahlung wird durch mehrere Faktoren eingeschränkt; selbst bei strahlend blauem Himmel kommen nur etwa 90% der gesamten Sonnenenergie an.

13.19 Standard-Test-Bedingungen

Standard-Test-Bedingungen oder auch Standard Test Conditions (STC) liegen nach IEC60904-3 vor bei einer Einstrahlung von 1000W/m2, einem Spektrum entsprechend AM=1,5 sowie einer Modultemperatur von 25°C.

13.20 Strom-Spannungs-Kennlinie

Die Strom-Spannungs-Kennlinie eines PV-Generators zeigt verschiedene Eigenschaften und Probleme des Generators und ist Grundlage einiger wesentlicher Kennwerte. So zeigen sich einerseits z.B. Teilabschattung als Diffus- oder Schlagschatten ebenso in der Kennlinie wie ein hoher Serieninnenwiderstand oder möglicherweise auch z.B. fehlende oder falsch montierte Bypass-Dioden. Das Erkennen dieser Einzelheiten setzt zum Teil etwas Erfahrung in der Interpretation der Kennlinien und grundlegendes Wissen über die (Halbleiter-)Physik der PV-Zelle voraus.

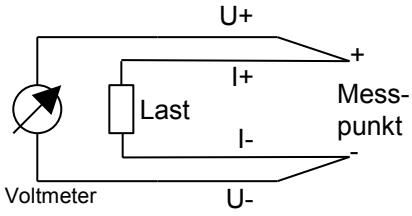


Neben dem Kurzschluss-Strom Isc, der Leerlauf-Spannung Uoc, Strom und Spannung im Punkt maximaler Leistung (MPP) Ipmax und Upmax ergibt sich aus diesen Daten auch der Füllfaktor als Verhältnis von Isc*Uoc/(Ipmax*Upmax).

Darüber hinaus ist die Kennlinie die Grundlage für die Berechnung der effektiven Solarzellenkennlinie, anhand derer dann die Peakleistung und der Serieninnenwiderstand berechnet werden können.

13.21 Vier-Leiter-Messung (Kelvin-Messung)

Wenn ein elektrischer Leiter von Strom durchflossen wird, fällt durch den spezifischen Widerstand die Spannung ab. Bekannt ist dieser Zusammenhang als Ohmsches Gesetzt (R=U/I). Die Spannung am Ende der Leitung ist nicht mehr so hoch wie am Anfang der Leitung (dem Messpunkt). Um nun doch die exakte Spannung am Messpunkt erfassen zu können, greift man zur Vier-Leiter-Methode: hier fließt der Strom durch zwei Leiter (Plus und Minus) und eine niederohmige Last, hierbei fällt natürlich Spannung ab. Es werden nun zwei weitere Leiter am Messpunkt mit den Stromleitern verbunden und an ein hochohmiges Messgerät angeschlossen. Da hier nahezu kein Strom fließt, fällt im Leiter auch keine Spannung ab: die gemessene Spannung entspricht genau der Spannung am Messpunkt.



13.22 Wirkungsgrad

Allg.: Verhältnis der nutzbaren zur eingesetzten Energie. Zur Illustration: Herkömmliche Glühbirnen verwandeln etwa 3 - 4 % der eingesetzten Energie in Licht, Photovoltaikanlagen bzw. Solarzellen erreichen derzeit einen Wirkungsgrad von 11 - 17 %, thermische Solaranlagen können zwischen 25 und 40 % der Sonnenstrahlung umwandeln.

14 Anhang A

14.1 Anzeigeleuchten auf der Frontplatte:

Beschriftung	Funktion
Laden	Leuchtet, wenn der Akku geladen wird
Ladezustand	Leuchtet rot, wenn der Akku entladen ist (Laden umgehend erforderlich) Leuchtet grün, wenn der Akku betriebsbereit ist Leuchtet gelb, wenn der Akku vollgeladen ist
Netzanschluss	Leuchtet, wenn der Netzanschluss (230V) angeschlossen und eingeschaltet ist
Ein	Leuchtet, wenn das Messgerät in Betrieb ist (die endgültige Betriebsbereitschaft wird auf dem LCD-Display angezeigt)

14.2 Lautsprechersignale:

Das PVPM meldet Stör- und Betriebszustände durch Lautsprechersignale: Tiefe Töne werden im Folgenden durch „da“, höhere mit „di“ angegeben.

Ton	*Aussage*	*Reaktion*
Klicken	„Tastaturklick“ wird beim Drücken der Folientastatur simuliert	--
di	Während des Betriebes: signalisiert den Start oder das Ende einer Funktion	--
da	Allgemein bei Fehlern	Beachten Sie, welche weitere Angaben zum Fehler das Gerät macht
di	Wenn dieses Signal mit dem ersten Erscheinen des Hauptmenüs gegeben wird, ist das Gerät betriebsbereit	Gerät ist bereit
da oder da-da	Kurz nach Einschalten: Prozessor o.k.	--
da oder da-da gefolgt von da-	Kurz nach Einschalten: vermutlich ist die Litium-	Kundendienst erforderlich

da	Pufferbatterie des Prozessors leer.	
di-di-da-da	Das LCD-Display kann nicht angesprochen werden.	Schalten Sie das Gerät noch einmal aus, nach kurzer Wartezeit wieder ein. Wenn der Fehler wiederum auftritt: Kundendienst erforderlich
di di	Nach einer Übertragung einer Datei zum PVPM (nur Service)	Dateiübertragung o.k.
da-di-da	Nach einer Übertragung einer Datei zum PVPM (nur Service)	Dateiübertragung nicht o.k., Zieldatei wird gelöscht
di-di-di-di	Bei Messung: Strahlung schwankt / ist zu klein	Messung ist ungenau und muss verworfen werden
di-di-di-da-da-da-di-di-di	A/D-Wandler konnte nicht initialisiert werden	Kundendienst erforderlich

15 Konformitätserklärungen

EG-Konformitätserklärung im Sinne der EG-Richtlinien

EC Declaration of Conformity *as defined by the EC Directives*

- EMV/*EMC* 89/336/EWG, geändert durch/changed by 93/31/EWG
- Niederspannung/*Low Voltage* 73/23/EWG

Der Hersteller / *The manufacturer*

PV Engineering GmbH
Reinickendorfer Str. 2
58642 Iserlohn, Deutschland/*Germany*

erklärt hiermit, dass folgende Produkte / *certifies that the products*

Produkt: *Product:*	I-U-Kennlinienmessgerät *I-V-Curve tracer*
Typ: *Type*:	PVPM2540C
Seriennummer: *Serial No*.:	PVPM2540C00403
Baujahr: *Year of manufact*.:	2003

den Bestimmungen der (den) oben bezeichneten Richtlinien entspricht.
are in conformity with the directive(s) mentioned above.

Folgende harmonisierte Normen wurden angewandt:
The following standards are in use:

DIN EN 55022
DIN EN 61000-6-1: 2002-08
DIN EN 61000-6-2: 2002-08
DIN EN 61000-6-3: 2002-08
DIN EN 61000-6-4: 2002-08

Iserlohn, 01.05.2003
(Ort, Datum)

Dipl.-Ing. Klaus M. Schulte
Geschäftsführer/Managing Director

EG-Konformitätserklärung im Sinne der EG-Richtlinien

EC Declaration of Conformity *as defined by the EC Directives*

- EMV/*EMC* 89/336/EWG, geändert durch/changed by 93/31/EWG
- Niederspannung/*Low Voltage* 73/23/EWG

Der Hersteller / *The manufacturer*

PV Engineering GmbH
Reinickendorfer Str. 2
58642 Iserlohn, Deutschland/*Germany*

erklärt hiermit, dass folgende Produkte / *certifies that the products*

Produkt: *Product:*	I-U-Kennlinienmessgerät *I-V-Curve tracer*
Typ: *Type*:	PVPM6020C
Seriennummer: *Serial No*.:	PVPM6020C00103
Baujahr: *Year of manufact*.:	2003

den Bestimmungen der (den) oben bezeichneten Richtlinien entspricht.
are in conformity with the directive(s) mentioned above.

Folgende harmonisierte Normen wurden angewandt:
The following standards are in use:

DIN EN 55022
DIN EN 61000-6-1: 2002-08
DIN EN 61000-6-2: 2002-08
DIN EN 61000-6-3: 2002-08
DIN EN 61000-6-4: 2002-08

Iserlohn, 01.03.2003
(Ort, Datum)

Dipl.-Ing. Klaus M. Schulte
Geschäftsführer/Managing Director

EG-Konformitätserklärung im Sinne der EG-Richtlinien

EC Declaration of Conformity *as defined by the EC Directives*

- EMV/*EMC* 89/336/EWG, geändert durch/changed by 93/31/EWG
- Niederspannung/*Low Voltage* 73/23/EWG

Der Hersteller / *The manufacturer*

PV Engineering GmbH
Reinickendorfer Str. 2
58642 Iserlohn, Deutschland/*Germany*

erklärt hiermit, dass folgende Produkte / *certifies that the products*

Produkt: *Product:*	I-U-Kennlinienmessgerät *I-V-Curve tracer*
Typ: *Type*:	PVPM1000C
Seriennummer: *Serial No*.:	PVPM1000C00103
Baujahr: *Year of manufact*.:	2003

den Bestimmungen der (den) oben bezeichneten Richtlinien entspricht.
are in conformity with the directive(s) mentioned above.

Folgende harmonisierte Normen wurden angewandt:
The following standards are in use:

DIN EN 55022
DIN EN 61000-6-1: 2002-08
DIN EN 61000-6-2: 2002-08
DIN EN 61000-6-3: 2002-08
DIN EN 61000-6-4: 2002-08

Iserlohn, 01.10.2003
(Ort, Datum)

Dipl.-Ing. Klaus M. Schulte
Geschäftsführer/Managing Director

EG-Konformitätserklärung im Sinne der EG-Richtlinien

EC Declaration of Conformity *as defined by the EC Directives*

- EMV/*EMC* 89/336/EWG, geändert durch/changed by 93/31/EWG
- Niederspannung/*Low Voltage* 73/23/EWG

Der Hersteller / *The manufacturer*

PV Engineering GmbH
Reinickendorfer Str. 2
58642 Iserlohn, Deutschland/*Germany*

erklärt hiermit, dass folgende Produkte / *certifies that the products*

Produkt: *Product:*	I-U-Kennlinienmessgerät *I-V-Curve tracer*
Typ: *Type*:	PVPM1000C40
Seriennummer: *Serial No*.:	PVPM1040C03004
Baujahr: *Year of manufact*.:	2004

den Bestimmungen der (den) oben bezeichneten Richtlinien entspricht.
are in conformity with the directive(s) mentioned above.

Folgende harmonisierte Normen wurden angewandt:
The following standards are in use:

DIN EN 55022
DIN EN 61000-6-1: 2002-08
DIN EN 61000-6-2: 2002-08
DIN EN 61000-6-3: 2002-08
DIN EN 61000-6-4: 2002-08

Iserlohn, 15.10.2004
(Ort, Datum)

Dipl.-Ing. Klaus M. Schulte
Geschäftsführer/Managing Director